

**Evaluación de prácticas de gestión de aceites de cocina y grasas en Hoteles, Restaurantes y
Cafeterías (HORECA) del centro histórico de Cartagena**

Elaine Andrea Ortega García

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ SECCIONAL CARTAGENA
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PREGRADO
10° SEMESTRE
CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.
2025**

**Evaluación de prácticas de gestión de aceites de cocina y grasas en Hoteles, Restaurantes y
Cafeterías (HORECA) del centro histórico de Cartagena**

Elaine Andrea Ortega García

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

ASESORES:

Ing. Carolina Herrera

Ing. Giovanna Salcedo

UNIVERSIDAD DEL SINU SECCIONAL CARTAGENA

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PREGRADO

10°

SEMESTRE

CARTAGENA DE INDIAS D. T. H. Y C.

2025

Cartagena, 20/junio/2025

Doctor:

Ricardo Pérez Sáenz

Director de Investigaciones

Universidad del Sinú EBZ

Seccional Cartagena

L. C.

Cordial saludo.

La presente tiene como fin someter a revisión y aprobación para la ejecución del proyecto de investigación titulado: **Evaluación de prácticas de gestión de aceites de cocina y grasas en Hoteles, Restaurantes y Cafeterías (HORECA) del centro histórico de Cartagena**, adscritos a la Escuela de Ingeniería Industrial en el área de pregrado.

Atentamente,

Firma:

(Dra. Giovanna Salcedo Toro)

Director Escuela de Ingeniería Industrial

Firma:

(Cielo Ester Marriaga Ortiz)

Coordinador de Investigaciones Escuela de Ingeniería Industrial

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado, con profundo respeto y gratitud, a mi familia, quienes han sido el sustento fundamental en la culminación de esta importante etapa de formación académica.

A mis padres, por su amor incondicional, su ejemplo de perseverancia, esfuerzo y valores, y por haberme brindado siempre el respaldo necesario para avanzar con firmeza, incluso en los momentos de mayor dificultad.

A mi hermana, por su constante compañía, comprensión y palabras de aliento, que me impulsaron a continuar con determinación.

Y, de manera muy especial, a mi querida perrita Perla, mi fiel compañera durante largas jornadas de estudio y silenciosas noches de dedicación. Su presencia fue un consuelo invaluable a lo largo de toda la carrera. Lamento profundamente que no haya podido acompañarme en este último paso, pero su recuerdo permanece vivo en cada logro alcanzado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco profundamente a Dios, por su guía constante, por bendecirme en cada paso de este camino y por darme luz en los momentos de dificultad.

A la universidad del Sinú, mi gratitud por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y abrirme las puertas al conocimiento y al crecimiento personal. A los docentes que me acompañaron durante este recorrido, gracias por compartir con generosidad su saber, su tiempo y su vocación. En especial, a mis asesoras, Ing. Giovanna Salcedo y Ing. Carolina Herrera, su ejemplo me enseñó que ser profesional es también ser humano, generoso y ético. Gracias por su paciencia, su guía y por el inmenso valor humano que aportaron a este trabajo, las llevaré siempre en mi corazón con admiración y gratitud.

A mis padres, gracias infinitas por su apoyo incondicional, por enseñarme con su ejemplo que todo esfuerzo tiene su recompensa. Este orgullo y este logro les pertenece tanto a ustedes como a mí. A mi hermana Sofía, gracias por estar presente en cada momento difícil, por escucharme, por comprenderme, tu compañía constante fue un refugio en los días más exigentes.

A mi amigo León, por compartir sus conocimientos, brindar claridad en los momentos clave y ser un apoyo fundamental en el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron con palabras de aliento, consejos, revisiones o simplemente con su compañía a lo largo de este proceso, cada gesto fue significativo.

Finalmente, con especial amor y eterna gratitud, dedico estas palabras a mi querida perrita Perla, fuiste mi compañera fiel desde mis años escolares, estuviste presente en cada tarde de infancia, cada mañana de colegio y cada noche universitaria. Viviste conmigo cada desvelo, cada logro y cada frustración, aunque no estas en este último tramo, tu presencia vive en cada logro alcanzado.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	19
3. JUSTIFICACIÓN.....	20
4. OBJETIVOS	22
5. REVISIÓN LITERARIA.....	23
5.1 MARCO TEÓRICO	23
5.2 ANTECEDENTES	44
5.3 MARCO CONCEPTUAL	50
6. METODOLOGÍA.....	53
6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN-ENFOQUE	55
6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
6.3 VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN.	58
6.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	60
6.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	61
6.4 FUENTES, MÉTODOS Y MECANISMOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	63
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	68
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	72
8. MARCO LEGAL.....	73
9. RESULTADOS	76
9.1 BLOQUE 1: CARACTERIZACIÓN	76
9.2 BLOQUE 2: INSTRUMENTO.....	101
10. DISCUSIÓN	132
CONCLUSIONES	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
ANEXOS.....	163

Índice de Tablas

Tabla 1	23
Tabla 2	44

Índice de Figuras

Figura 1	27
Figura 2	32
Figura 3	56
Figura 4	60
Figura 5	76
Figura 6	77
Figura 7	78
Figura 8	79
Figura 9	80
Figura 10	81
Figura 11	83
Figura 12	84
Figura 13	85
Figura 14	86
Figura 15	87
Figura 16	88
Figura 17	89
Figura 18	90
Figura 19	92
Figura 20	93
Figura 21	95
Figura 22	98
Figura 23	101
Figura 24	102
Figura 25	103
Figura 26	104
Figura 27	105
Figura 28	106
Figura 29	108
Figura 30	109
Figura 31	111
Figura 32	112
Figura 33	113
Figura 34	114
Figura 35	115
Figura 36	116
Figura 37	117
Figura 38	118
Figura 39	119
Figura 40	121

<i>Figura 41</i>	122
<i>Figura 42</i>	123
<i>Figura 43</i>	124
<i>Figura 44</i>	126
<i>Figura 45</i>	127
<i>Figura 46</i>	128
<i>Figura 47</i>	130
<i>Figura 48</i>	133
<i>Figura 49</i>	135
<i>Figura 50</i>	136
<i>Figura 51</i>	137
<i>Figura 52</i>	140
<i>Figura 53</i>	146

Evaluación de prácticas de gestión de aceites de cocina y grasas en Hoteles, Restaurantes y Cafeterías (HORECA) del centro histórico de Cartagena

RESUMEN

El manejo inadecuado de aceites de cocina usados (ACU) en el sector HORECA del centro histórico de Cartagena genera impactos ambientales significativos. La obstrucción del alcantarillado y la contaminación de cuerpos de agua evidencian la necesidad de evaluar sus prácticas actuales. Se realizó una investigación cuantitativa, descriptiva y comparativa, aplicando encuestas estructuradas y observación directa a 26 establecimientos. Se utilizaron fuentes primarias y secundarias, con base en la Resolución 0316 de 2018. Se evidenció un cumplimiento parcial de las normativas ambientales. Muchos establecimientos carecen de protocolos claros y capacitación sobre la gestión de ACU, lo que afecta la sostenibilidad del sistema de saneamiento urbano. Es urgente mejorar las prácticas de manejo de ACU mediante educación ambiental, planes de acción sostenibles y fortalecimiento institucional. El estudio aporta insumos clave para entidades competentes y estrategias de economía circular.

Palabras clave: Aceite de cocina usado, gestión ambiental, Hoteles, restaurantes, cafeterías, Cartagena, residuos grasos, economía circular, sostenibilidad, Buenas Prácticas de manufactura

ABSTRACT

The inadequate management of used cooking oils (UCO) in the HORECA sector in the historic center of Cartagena generates significant environmental impacts. The obstruction of the sewage system and the contamination of bodies of water demonstrate the need to evaluate their current practices. A quantitative, descriptive and comparative research was carried out, applying structured surveys and direct observation to 26 establishments. Primary and secondary sources were used, based on Resolution 0316 of 2018. Partial compliance with environmental regulations was evidenced. Many establishments lack clear protocols and training on UCO management, which affects the sustainability of the urban sanitation system. There is an urgent need to improve UCO management practices through environmental education, sustainable action plans, and institutional strengthening. The study provides key inputs for competent entities and circular economy strategies.

Key words: Used cooking oil, environmental management, hotels, restaurants, cafeterias, Cartagena, oily waste, circular economy, sustainability, good manufacturing practices.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de aceites de cocina usados (ACU) representa un reto ambiental creciente para las ciudades, especialmente aquellas con alta actividad gastronómica y turística. En Colombia, se estima que anualmente se desechan más de 350.000 toneladas de aceite de cocina, sin una adecuada gestión o reutilización, lo cual representa una amenaza directa para los ecosistemas acuáticos y los sistemas de alcantarillado urbano (Periódico UNAL, 2025). Este residuo, altamente contaminante, puede obstruir redes de saneamiento, afectar la calidad del agua potable y generar sobrecostos en el tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, su potencial como materia prima para otros productos, como biocombustibles, jabones o insumos industriales, abre una oportunidad estratégica desde el enfoque de economía circular (Busato et al., 2014).

A nivel internacional, diversos estudios han documentado las prácticas y desafíos de la gestión de ACU en el sector hotelero y de restaurantes, señalando la heterogeneidad en los procedimientos de recolección, almacenamiento y disposición final, según la infraestructura disponible y el grado de conciencia ambiental de los actores involucrados (Stoll & Gupta, 1997). Factores como la regulación vigente, el tamaño del establecimiento, el nivel educativo del personal y la supervisión institucional influyen notablemente en la forma como se maneja este residuo (Liu et al., 2018). Por ejemplo, la existencia de normativas claras y sistemas de incentivos ha demostrado ser un componente clave para garantizar una correcta disposición de estos aceites (Li, 2009). Asimismo, la educación ambiental, tanto para trabajadores como para administradores, potencia la adopción de mejores prácticas (Abrajano et al., 2023).

En América Latina, países como Ecuador y Colombia han comenzado a establecer planes y modelos de gestión para el reciclaje de grasas y aceites usados en el sector turístico y gastronómico (Olvera & Kleber, 2017). A pesar de ello, persisten vacíos en la implementación de dichos modelos, especialmente en ciudades intermedias o con un control institucional limitado. La realidad muestra que, aunque algunos restaurantes almacenan los aceites en contenedores específicos, otros aún los vierten directamente al drenaje o a la basura, generando un impacto negativo que podría evitarse (Rincón et al., 2019).

En el contexto local, Cartagena de Indias representa un caso crítico por ser uno de los principales destinos turísticos del país, con una elevada concentración de hoteles, restaurantes y cafeterías. En 2024, el Establecimiento Público Ambiental (EPA Cartagena) inició una serie de inspecciones en zonas como el Centro Histórico y Bocagrande, con el fin de verificar el cumplimiento de la Resolución 0316 de 2018, que establece los lineamientos para la gestión adecuada de los aceites de cocina usados (Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, 2024). Durante estas inspecciones se detectaron falencias en el cumplimiento de dicha norma, observándose que varios establecimientos no contaban con gestores autorizados para la recolección del residuo, ni con un registro oficial ante el EPA. En respuesta, se emitieron requerimientos para mejorar la gestión de los aceites, implementar procesos de capacitación al personal y realizar caracterizaciones técnicas de los vertimientos.

Esta situación pone en evidencia la necesidad urgente de fortalecer las prácticas de gestión de ACU en los establecimientos HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías) de Cartagena, no solo por motivos ambientales, sino también operativos y sanitarios. A través del presente estudio, se

busca identificar el estado actual de la disposición de aceites de cocina usados en algunos restaurantes de la ciudad, analizar los factores que inciden en su manejo y proponer estrategias para su adecuada recolección, tratamiento y aprovechamiento, en línea con las políticas de sostenibilidad urbana y salud pública.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El centro histórico de la ciudad de Cartagena es reconocido por la UNESCO como patrimonio de la humanidad, por su cultura y arquitectura colonial; actualmente es una de las zonas gastronómicas más concurridas por su variedad de restaurantes y flujo turístico (UNESCO,2018). Tras la apariencia de normalidad, se esconde un grave problema ambiental y de infraestructura, que hace una mala visualización de sus calles, la gestión inadecuada de los aceites de cocina usados amenaza tanto la red de alcantarillado como la salud del ecosistema urbano. La inadecuada gestión de los Aceites de Cocina Usado (ACU) en restaurantes de zonas turísticas de Cartagena, especialmente el Centro y Bocagrande, genera una grave problemática ambiental, según Mauricio Rodríguez, director del EPA Cartagena, este aceite es altamente contaminante y su incorrecta disposición, principalmente su vertido en el alcantarillado afecta el funcionamiento del sistema y causa contaminación. (Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias, 2019)

El aceite de cocina es un residuo común en los establecimientos de comidas, pero el manejo sobre este es inadecuado y genera muchos problemas ambientales ya que, un litro de aceite usado puede contaminar aproximadamente 40.000 litros de agua limpia. Su forma de ser desechado ya sea por las tuberías u otros espacios, son una fuente de contaminación en aguas, lagos, ríos y unirse con restos de desechos como detergentes, jabones o desperdicios puede provocar las denominadas “bolas de grasas” que pueden generar costos elevados por el tratamiento de aguas residuales. (Gonzalez y Gonzalez, 2015).

El vertimiento indiscriminado de ACU en el sistema de alcantarillado del centro histórico de Cartagena ha generado una serie de problemas graves que afectan tanto a la infraestructura

urbana como al medio ambiente. Cuando el aceite usado se vierte por los desagües, tiende a solidificarse al enfriarse, adhiriéndose a las paredes de las tuberías. Con el tiempo, estas acumulaciones crecen, reduciendo el diámetro efectivo de las cañerías y creando obstrucciones parciales o totales.

Este proceso no solo dificulta el flujo normal de las aguas residuales, sino que también aumenta la presión sobre el sistema, lo que puede resultar en roturas de tuberías, especialmente en una infraestructura antigua como la del centro histórico. Además, estas obstrucciones crean condiciones ideales para la proliferación de bacterias y otros microorganismos, lo que puede llevar a la generación de gases tóxicos y malos olores que se filtran a través de las alcantarillas y afectan la calidad de vida en la superficie.

(ACUACAR,2022)

La corporación autónoma regional del canal del dique (CARDIQUE), explica que el problema no se limita al sistema de alcantarillado, sino que, su impacto se extiende a los cuerpos de agua que rodean Cartagena. Cuando el aceite logra pasar a través del sistema de alcantarillado y llega a las plantas de tratamiento de aguas residuales, crea dificultades significativas en el proceso de depuración. Los aceites y grasas forman una capa en la superficie del agua que interfiere con los procesos biológicos necesarios para el tratamiento, reduciendo la eficacia de estas instalaciones. Como resultado, una cantidad considerable de aceite puede terminar en la bahía de Cartagena o en la Ciénaga de la Virgen, ecosistemas marinos de gran importancia ecológica y económica para la región. En estos entornos acuáticos, el aceite forma una película en la superficie que impide la oxigenación adecuada del agua, afectando directamente a la flora y fauna marina. Esta contaminación no solo pone

en peligro la biodiversidad local, sino que también amenaza las actividades económicas dependientes de estos ecosistemas, como la pesca artesanal y el turismo de naturaleza.

(CARDIQUE,2023)

Las prácticas de manejo de aceites usados en los restaurantes del centro histórico de Cartagena varían considerablemente, reflejando una falta de uniformidad en los procedimientos y una conciencia desigual sobre el impacto ambiental de estos residuos. Muchos establecimientos, especialmente los más pequeños o los que operan de manera informal, continúan vertiendo el aceite usado directamente en los desagües, ya sea por desconocimiento de las consecuencias o por la falta de alternativas viables. (González M. & Martínez J, 2021)

Otros restaurantes han adoptado prácticas más responsables, como la recolección del aceite en contenedores específicos para su posterior reciclaje. Sin embargo, incluso entre estos establecimientos más conscientes, existen desafíos logísticos significativos. La frecuencia irregular de recolección por parte de las empresas recicladoras, la falta de espacio para almacenar grandes cantidades de aceite usado, y el costo adicional que implica su manejo adecuado son factores que disuaden a muchos propietarios de restaurantes de adoptar prácticas más sostenibles. Además, la alta rotación de personal en la industria gastronómica dificulta la implementación consistente de protocolos de manejo de residuos, ya que requiere una capacitación continua y una supervisión constante. (López - Rodríguez, A., & Sánchez-Torres, F. 2020).

La implementación de soluciones efectivas para el manejo de aceites usados en el centro histórico de Cartagena enfrenta múltiples desafíos que abarcan aspectos logísticos,

económicos y culturales. En primer lugar, la estructura urbana del centro histórico, con sus calles estrechas y edificios protegidos, complica la logística de recolección y transporte de los aceites usados. Los vehículos de gran tamaño necesarios para una recolección eficiente a menudo no pueden acceder a ciertas áreas, lo que requiere soluciones creativas y potencialmente más costosas.

Económicamente, se estipula que muchos restaurantes, especialmente los más pequeños, perciben el manejo adecuado de aceites usados como un costo adicional que no pueden permitirse, especialmente en un contexto de recuperación postpandemia donde los márgenes de beneficio son ajustados. Culturalmente, existe una resistencia al cambio y una falta de conciencia sobre la gravedad del problema ambiental, lo que se traduce en una baja priorización de las prácticas sostenibles en la operación diaria de los establecimientos. Además, la naturaleza estacional del turismo en Cartagena crea fluctuaciones en la generación de aceites usados, lo que dificulta la planificación de sistemas de recolección y reciclaje eficientes y rentables a lo largo del año.

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son las prácticas de gestión y disposición final del aceite de cocina y grasas implementadas por los establecimientos HORECA en el centro histórico de Cartagena?

3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación es conveniente en el contexto actual, ya que se busca encontrar procesos faltantes y/o erróneos en cuanto al manejo de aceite dentro de los establecimientos, ya que, es un factor que conduce a la contaminación ambiental afectando gravemente el alcantarillado del centro histórico de la ciudad. Además, este estudio permitirá contribuir a encontrar soluciones prácticas y efectivas para un buen manejo y control de vertimientos de las entidades competentes en esta área, como autoridades ambientales y agentes que prestan servicios de acueducto y alcantarillado en la ciudad. (Ochoa, 2019).

Los resultados de esta investigación permitirán establecer lineamientos claros para mejorar la eficiencia en la gestión de los ACU, promoviendo el uso de herramientas que aclaren el proceso de recolección y tratamiento. Además, facilitarán la implementación de planes de mejora continua en los establecimientos evaluados, optimizando la calidad de los procesos y reduciendo el impacto ambiental. Asimismo, los hallazgos podrán servir como referencia para futuras regulaciones y políticas públicas orientadas a la gestión sostenible de los residuos grasos en Cartagena, fortaleciendo la competitividad y responsabilidad ambiental del sector hotelero y gastronómico.

Al no abordar esta problemática se está promoviendo al desperdicio de un subproducto con potencial de reutilización, al aumento de costos en el tratamiento de aguas residuales y al deterioro de la infraestructura urbana. En cambio, una evaluación sistemática de las prácticas de manufactura en la gestión de aceites permitirá desarrollar estrategias de producción más limpia y economía circular.

Esta investigación busca proporcionar una herramienta técnica y metodológica para que los actores involucrados adopten soluciones sostenibles y rentables en el manejo de aceites usados, promoviendo así una operación más eficiente y responsable dentro del sector hotelero y gastronómico de Cartagena. También, puede ser útil para cualquier investigación en relación con la contaminación ambiental, salud pública, desarrollo sostenible y la gestión de residuos; además puede ofrecer un punto de partida para investigaciones futuras en áreas de calidad y evaluación de prácticas sostenibles de otro tipo de residuos. Además, permitirá resolver inquietudes sobre el manejo del aceite de cocina usado bajo las normativas establecidas por las autoridades ambientales correspondiente al departamento de bolívar y ayudará a contribuir a la mejora de la ciudad. (OPS, 2023).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General:

Evaluar prácticas de gestión de aceites de cocina y grasas en Hoteles, Restaurantes y Cafeterías (HORECA) del centro histórico de Cartagena.

4. 2 Objetivos específicos.

- Identificar la zona crítica, con base en datos de la entidad prestadora de servicios, para determinar el público objetivo según los focos de obstrucción del alcantarillado.
- Diseñar un instrumento, utilizando metodologías modernas con herramientas de ingeniería, para evaluar de forma sistemática y objetiva el manejo de aceites y grasas según las normas técnicas y resoluciones.
- Aplicar un instrumento, basado en fuentes primarias y secundarias, para interpretar similitudes y diferencias en la gestión de aceites y grasas según el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental.
- Proponer un plan de acción integral que detalle soluciones y recomendaciones estratégicas para optimizar el manejo de aceites de cocina usados y grasas en los establecimientos HORECA de Cartagena, mitigando el impacto ambiental y mejorando el cumplimiento normativo.

5. REVISIÓN LITERARIA

5.1 MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 1: TIPOS DE ACEITE

En el marco normativo colombiano, El ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 0316 de 2028, establece una definición técnica y detallada del concepto de aceite vegetal. Según lo dispuesto en el artículo 2 de dicha resolución, el aceite vegetal es entendido como un producto alimenticio cuya composición está constituida principalmente por glicéridos de ácidos grasos, los cuales son obtenidos exclusivamente a partir de fuentes de origen vegetal. Además, se reconoce que este tipo de aceite puede contener en su composición pequeñas cantidades de otros lípidos, entre los que se incluyen los fosfatidos, los constituyentes insaponificables y los ácidos grasos libres que se encuentran presentes de manera natural en el aceite.

(MINAMBIENTE, 2018)

Tabla 1

Tipos de aceites de cocina

Tipo de Aceite	Características	Uso principal
Aceite de girasol	Extraído de semillas de girasol. Popular por su sabor neutro.	Frituras, aderezos.

Aceite de soya	Extraído de la soya, disponible ampliamente desde 2013.	Frituras, cocina general.
----------------	---	---------------------------

Margarina	Grasa vegetal procesada, sólida a temperatura ambiente.	repostería, para untar.
-----------	---	-------------------------

Aceite de oliva refinado	Utilizado en gastronomía gourmet.	Ensaladas, comidas mediterráneas.
--------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

Nota: Elaboración propia.

Dentro de la clasificación oficial de los aceites comestibles regulados en Colombia, el aceite de girasol ocupa un lugar destacado por su origen vegetal y su valor nutricional. Según la Resolución 2154 de 2012, se define como el producto obtenido por extracción de la semilla del girasol (*Helianthus annuus* L.), una especie ampliamente cultivada por su alto rendimiento oleaginoso y sus cualidades organolépticas favorables (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Existen variantes del aceite de girasol que se diferencian según su contenido de ácido oleico, un ácido graso monoinsaturado asociado con beneficios para la salud cardiovascular. Estas variantes provienen de cultivares híbridos desarrollados específicamente para modificar su perfil lipídico.

El aceite de girasol alto oleico se extrae de una variedad mejorada de la misma planta y se caracteriza por presentar un contenido elevado de ácido oleico, alcanzando un

mínimo del 75% del total de ácidos grasos presentes en el producto. Esta composición le confiere una mayor estabilidad térmica y oxidativa, lo que lo hace especialmente adecuado para procesos de fritura y para una vida útil más prolongada en el mercado.

Por otro lado, se reconoce una segunda categoría, el aceite de girasol de contenido medio de ácido oleico, el cual también proviene de un híbrido de girasol, pero contiene una concentración menor de este ácido graso, no inferior al 43.1% del total de ácidos grasos. Aunque su estabilidad frente al calor y la oxidación es menor que la de la versión alto oleico, sigue siendo superior a la del aceite de girasol convencional, por lo cual representa una opción intermedia entre funcionalidad industrial y costo (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

El aceite de oliva, conforme a la regulación técnica establecida en la Resolución 2154 de 2012, se define como el producto obtenido exclusivamente del fruto del olivo (*Olea europaea* L.), mediante métodos que excluyen el uso de disolventes, procesos de reesterificación o cualquier mezcla con otros tipos de aceites comestibles. Esta definición garantiza su pureza botánica y tecnológica, lo que lo distingue de otros aceites vegetales por su composición y origen (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Desde el punto de vista normativo, el aceite de oliva puede estar constituido por una mezcla de aceite refinado y aceites vírgenes, siempre que estos últimos sean aptos para el consumo humano. Para esta categoría, la legislación establece que su acidez libre, expresada como porcentaje de ácido oleico, no debe superar el 1%, parámetro que refleja su calidad y grado de pureza. La acidez libre es un indicador esencial para evaluar el estado del aceite y su resistencia a la oxidación.

Dentro de la clasificación más específica, el aceite de oliva refinado es aquel que se obtiene a partir de aceites de oliva vírgenes, los cuales han sido sometidos a procesos de refinación que permiten mejorar sus propiedades sin modificar la estructura glicérica del producto. Estos procesos incluyen tratamientos físico-químicos controlados que eliminan impurezas o componentes no deseados, pero preservan la integridad de su matriz lipídica. La normativa establece que este tipo de aceite debe presentar una acidez libre igual o inferior al 0.3% (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Por otro lado, el aceite de oliva virgen se obtiene directamente del fruto del olivo mediante métodos puramente mecánicos o físicos, tales como el prensado, la centrifugación o el filtrado, realizados bajo condiciones térmicas controladas que no alteran su composición natural. Este aceite no recibe tratamientos químicos y conserva su perfil sensorial y nutricional intacto. Para ser clasificado como virgen, debe presentar una acidez libre no superior al 2%, además de cumplir con otros criterios fisicoquímicos y sensoriales establecidos en la reglamentación.

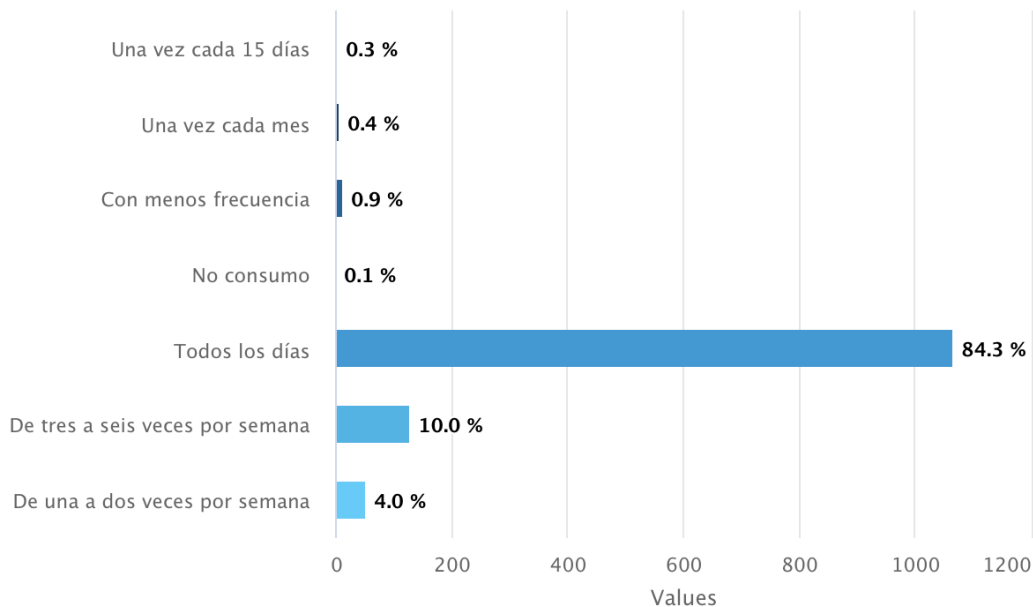
De acuerdo con lo establecido por la Resolución 2154 de 2012, el aceite de oliva debe cumplir con ciertos criterios fisicoquímicos para garantizar su inocuidad y calidad. Estos indicadores son fundamentales, ya que una acidez elevada puede ser reflejo de procesos de degradación del aceite, mientras que una acidez baja garantiza una mayor estabilidad y calidad del producto final (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

CAPÍTULO 2: CONSUMO DE ACEITE DE COCINA EN COLOMBIA

Según un informe publicado en marzo de 2024 por Euromonitor, el consumo de aceite de cocina en Colombia ha llegado a una sorprendente cifra de 350 millones de litros anuales, (Oleo Revista, 2024). Esto refleja no solo la magnitud del uso de este producto en los hogares y sectores productivos, sino también su papel central en la alimentación de los colombianos. Esta cifra sugiere una alta frecuencia de consumo, influenciada por patrones culturales y la popularidad de métodos de cocción como es la fritura y el uso extendido en restaurantes y establecimientos de comidas.

Figura 1

Frecuencia de consumo de aceite de cocina por los colombianos en junio de 2020



Nota: Adaptado de *Frecuencia de consumo de aceite de cocina por los colombianos*, por Mobimetrics (<https://mobimetrics.co/stats/frecuencia-de-consumo-de-aceite-de-cocina-por-los-colombianos/>)

En una encuesta realizada por medio de la aplicación móvil “Mobijob” a 1.266 usuarios que residen en Colombia, revela un patrón de consumo altamente recurrente de aceite de cocina, caracterizado por una frecuencia de consumo diaria en el 84,3% de los encuestados y una frecuencia de entre tres y seis veces por semana en el 10% adicional. Esto evidencia que más del 94% de la población objeto de estudio incorpora el aceite de manera regular en su alimentación diaria. Esto indica una alta dependencia del aceite en la preparación de alimentos, probablemente influenciada por factores culturales, económicos y gastronómicos. Por otro lado, el porcentaje de individuos que consumen el aceite de manera ocasional es inferior al 2%, lo que evidencia una uniformidad en los hábitos alimenticios. Este comportamiento tiene implicaciones en la gestión de residuos, en lo que respecta con lo que denominamos como aceite de cocina usado.

El ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, en el artículo 2, dentro de la resolución 0316 del 2018, define el aceite de cocina usado como un producto de origen vegetal que está constituido básicamente por glicéridos de ácidos grasos principalmente triglicéridos, cuyas características físico químicas han sido modificadas al ser sometido a cocción de alimentos en los ámbitos doméstico, industrial, comercial y de servicios. (ANDI, 2018)

Según la información publicada en el sitio web oficial de Greenfuel, empresa que se dedica a la gestión integral del aceite de cocina usado y que actualmente opera en más de 23 ciudades y municipios del territorio colombiano, durante el transcurso del año 2024, ha logrado recolectar un total de 5.621.498 kilogramos de este residuo. (Greenfuel,2024)

El profesor Álvaro Orjuela Londoño, del Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), explica que solo en Bogotá se generan cada año entre 35.000 y 50.000 toneladas de aceite usado al año, (Bahamon, 2025).

CAPÍTULO 3: BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) comprenden un conjunto de principios fundamentales y procedimientos operacionales estandarizados orientados a asegurar condiciones higiénico-sanitarias óptimas en todas las etapas del proceso productivo de alimentos destinados al consumo humano. Estas prácticas abarcan desde la manipulación inicial de materias primas hasta la preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución del producto final. Su propósito principal es garantizar que los alimentos sean producidos bajo condiciones controladas que minimicen los peligros asociados a la contaminación microbiológica, física y química, salvaguardando así la inocuidad y calidad del producto. (Min Salud, 2024).

Las BPM no solo constituyen una herramienta preventiva en la gestión del riesgo sanitario, sino que también representan un pilar fundamental dentro de los sistemas de aseguramiento de la calidad en la industria alimentaria. Su correcta implementación permite establecer una infraestructura operativa eficiente, mejorar la trazabilidad de los procesos, optimizar los recursos y cumplir con los requisitos regulatorios exigidos por las autoridades sanitarias. (Min Salud, 2024)

Para las buenas prácticas de manufactura en la gestión de aceite de cocina usado se establece la Resolución 0316 de 2018 donde se declaran obligaciones para cada uno de

los actores involucrados en el manejo del aceite de cocina usado, como los productores de Aceite Vegetal de Cocina (AVC), los distribuidores y comercializadores de AVC, generadores domiciliarios, generadores industriales, comerciales y de servicios, gestores de ACU, administraciones municipales, autoridades ambientales competentes.

Los productores de Aceite Vegetal Comestible (AVC) desempeñan un papel fundamental dentro del sistema de gestión del Aceite de Cocina Usado (ACU), según la Resolución 0316 de 2018, su principal responsabilidad consiste en diseñar e implementar estrategias de educación y comunicación ambiental orientadas a los generadores industriales, comerciales y de servicios. Estas campañas deben enfocarse en promover prácticas adecuadas de disposición, con especial énfasis en la importancia de entregar el aceite usado exclusivamente a gestores inscritos ante la autoridad ambiental competente, garantizando así su recolección, tratamiento y disposición final de forma ambientalmente segura. Igualmente, deben dirigir acciones educativas hacia los usuarios domiciliarios, proporcionándoles información clara sobre los efectos negativos que puede causar el vertimiento inadecuado del aceite en el ambiente, y motivarlos a llevar el residuo a los puntos limpios habilitados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2018).

Por su parte, los distribuidores y comercializadores de AVC tienen la obligación de apoyar a los productores en la difusión de estas campañas informativas. Aunque no lideran estas estrategias, actúan como aliados estratégicos en la promoción de buenas prácticas ambientales, especialmente mediante sus canales de venta y redes de distribución. Su función se centra en ampliar el alcance de los mensajes sobre el

adecuado manejo del ACU, fortaleciendo así la conciencia ambiental entre los consumidores (MADS, 2018).

Los generadores domiciliarios, es decir, los hogares que generan ACU, también tienen responsabilidades claras. Deben acatar las recomendaciones de los productores, distribuidores y gestores sobre el manejo del aceite usado. Esto incluye almacenarlo en envases plásticos limpios, bien cerrados y sin mezclas, para luego entregarlo en los puntos limpios establecidos. Esta práctica contribuye significativamente a la protección del agua, el suelo y el sistema de alcantarillado, previniendo así impactos ambientales negativos (MADS, 2018).

Los generadores industriales, comerciales y de servicios, como restaurantes, panaderías, hoteles e industrias alimentarias, tienen una serie de obligaciones específicas. Deben inscribirse formalmente ante la autoridad ambiental competente y entregar el ACU únicamente a gestores autorizados. Si requieren almacenamiento temporal, deben garantizar condiciones de seguridad mediante recipientes etiquetados y cerrados, previniendo así derrames o filtraciones. También están obligados a capacitar a su personal en la gestión adecuada del residuo y a reportar anualmente la cantidad generada ante la autoridad ambiental, facilitando el control y seguimiento institucional (MADS, 2018).

Los gestores de ACU, por otro lado, son las entidades encargadas de la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final del residuo. Estos deben estar inscritos

ante la autoridad ambiental en cada zona donde operen, presentar informes anuales con los datos requeridos, y entregar constancias formales a los generadores que les entregan el residuo, con la información que está reflejada en la figura 2. Asimismo, deben mantener el ACU almacenado en condiciones adecuadas de seguridad e identificación, habilitar puntos limpios accesibles para los hogares, cumplir la normativa ambiental y sanitaria vigente, y contar con un plan de contingencia para responder a cualquier eventualidad operativa (MADS, 2018).

Figura 2

Datos que debe entregar constancia el gestor de ACU a los generadores de ACU.

DATOS BÁSICOS DEL GESTOR DE ACU	
Nombre o razón social	
Número de identificación o NIT	
Representante legal	
Número telefónico de contacto	
Dirección	
Actividad ejecutada por el gestor de ACU (recolección, tratamiento y/o aprovechamiento).	
Anexar copia de la constancia expedida por la autoridad ambiental competente, para garantizar la inscripción.	
DATOS BÁSICOS DEL GENERADOR INDUSTRIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS DE ACU	
Nombre del Generador	
Número de identificación	
Tipo de negocio (Actividad ejecutada)	
Número telefónico de contacto	
Dirección donde se generan el ACU	
Fecha de recepción del ACU	
ACU recibidos (Kg)	

Sacada de página web Ministerio de Ambiente.

Las administraciones municipales también tienen un papel activo, su responsabilidad es fomentar campañas de sensibilización y educación ambiental dirigidas a toda la comunidad, tanto urbana como rural. Estas campañas deben destacar los riesgos del manejo inadecuado del ACU y promover su correcta disposición a través de los puntos limpios (MADS, 2018).

Las autoridades ambientales competentes, por su parte, son las encargadas de facilitar e implementar el sistema de inscripción para generadores y gestores de ACU. Deben expedir las constancias respectivas y ejercer labores de seguimiento, inspección y control sobre todas las actividades vinculadas con la gestión de estos residuos, asegurando el cumplimiento de la normativa vigente (MADS, 2018).

También, toda persona, como parte activa de la sociedad, debe abstenerse de verter el aceite usado en cuerpos de agua, alcantarillados o suelos, ya que esto causa contaminación y puede afectar la salud pública y la infraestructura sanitaria. También debe evitar mezclar el ACU con otros residuos peligrosos, lo cual dificulta su manejo y tratamiento posterior (MADS, 2018).

3.1 CONDICIONES GENERALES DE CALIDAD PARA ACEITES Y GRASAS COMESTIBLES.

En el marco normativo colombiano, los aceites y grasas comestibles deben cumplir con una serie de condiciones técnicas que aseguren su inocuidad y aptitud para el consumo humano. Según lo dispuesto en la Resolución 2154 de 2012, estos productos, en estado sólido o líquido, deben presentar características sensoriales propias de su naturaleza, como color, olor y sabor específicos. En ningún caso deben contener olores o sabores extraños, rancios o que indiquen alteración de su estado original, lo cual garantiza su calidad y frescura al consumidor (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

En lo relativo a los aceites, se establece que deben estar libres de residuos de plaguicidas en concentraciones que excedan los Límites Máximos de Residuos (LMR) establecidos por la Resolución 2906 de 2007, o por la norma vigente que la sustituya. Igualmente, deben cumplir con los niveles máximos permitidos para contaminantes, ya sea bajo la legislación nacional o conforme al Codex Alimentarius, referencia internacional en seguridad alimentaria. Además, los aceites no deben incluir componentes ajenos que puedan inducir reacciones químicas, físicas o biológicas perjudiciales para la salud humana.

En cuanto al procesamiento permitido, la norma contempla técnicas mecánicas y físico-químicas tradicionales, como la sedimentación, la centrifugación, la filtración y el desgomado enzimático. También se permite la neutralización con soluciones alcalinas, la decoloración mediante tierras activadas o carbón, y la desodorización por medio de vapor

de agua a presión reducida. Asimismo, se admite el fraccionamiento por enfriamiento, y el uso de sistemas de calefacción en depósitos de aceites semisólidos o de alta viscosidad, con el fin de mantener la homogeneidad y fluidez del producto. En la elaboración de aceites comestibles, ya sean puros o mezclados, es posible incorporar aditivos siempre que estén autorizados por el Ministerio de Salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

Por su parte, las grasas comestibles, tanto de origen vegetal como animal, deben presentar igualmente olor y sabor característicos, libres de notas rancias o alteradas. En el caso de las grasas animales, estas deben provenir de animales sanos, aptos para el consumo humano, al momento del sacrificio. Al igual que los aceites, deben respetarse los límites de residuos de plaguicidas y contaminantes establecidos nacionalmente e internacionalmente.

Los procesos tecnológicos aplicables a las grasas son similares a los de los aceites, incluyendo la clarificación, neutralización, decoloración, desodorización y fraccionamiento. Además, se permiten tratamientos específicos como la hidrogenación, la interesterificación y el fraccionamiento, especialmente en productos como margarinas, esparcibles y preparados grasos. También se autoriza el uso de aditivos regulados por el Ministerio de Salud para la elaboración de estos productos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2012).

CAPÍTULO 4: OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un marco de acción global adoptado por los Estados miembros de las Naciones Unidas mediante la Agenda 2030, cuyo propósito es erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Los ODS comprenden un total de 17 objetivos y 169 metas que integran de manera transversal los tres pilares del desarrollo sostenible: lo ambiental, lo económico y lo social (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2024).

La adecuada gestión de residuos, en particular de residuos grasos como el aceite de cocina usado (ACU), se vincula directamente con varios de estos objetivos, ya que su manejo inadecuado representa un riesgo ambiental, sanitario y económico. A continuación, se describen los ODS más directamente relacionados con el tema, enfatizando sus definiciones y metas fundamentales, así como su conexión con los residuos grasos.

4.1 ODS 6: AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO

El ODS 6 busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Dentro de sus metas más relevantes se incluyen la mejora de la calidad del agua mediante la reducción de la contaminación, la eliminación de vertidos y la minimización de la liberación de productos químicos y materiales peligrosos, así como el aumento sustancial del reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial (ONU, 2024).

4.2 ODS 11: CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES

El ODS 11 propone "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles". Entre sus metas están mejorar la urbanización sostenible, reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades —especialmente en términos de calidad del aire y manejo de residuos—, y promover prácticas de planificación urbana que integren la sostenibilidad ambiental (ONU, 2024).

El manejo responsable de residuos grasos forma parte de estas estrategias urbanas. La acumulación y disposición inadecuada del ACU en zonas urbanas contribuye a la contaminación ambiental, obstrucción de redes sanitarias y aumento del riesgo sanitario. Promover su recolección, almacenamiento y valorización, por ejemplo, a través de su conversión en biocombustibles, es una acción concreta que ayuda a mantener entornos urbanos más limpios y sostenibles.

4.3 ODS 12: PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES

El ODS 12 busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Entre sus metas se destacan la reducción significativa de la generación de desechos mediante políticas de prevención, reducción, reciclado y reutilización; así como el fomento de prácticas sostenibles por parte de empresas y consumidores a lo largo de toda la cadena de valor (ONU, 2024).

Por lo que los residuos grasos como el aceite de cocina usado son considerados subproductos con potencial de valorización. Su transformación en productos útiles, como biodiésel o jabones, representa una forma clara de implementación del principio de economía circular. La educación sobre el manejo adecuado de estos residuos también se alinea con la meta 12.8, que promueve estilos de vida en armonía con el desarrollo sostenible.

4.4 ODS 13: ACCIÓN POR EL CLIMA

Este objetivo plantea la necesidad de adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. Las metas del ODS 13 incluyen mejorar la educación y sensibilización sobre la mitigación y la adaptación al cambio climático, e integrar medidas relacionadas con el clima en las políticas y estrategias nacionales (ONU, 2024).

El tratamiento y reaprovechamiento del ACU incide positivamente en este objetivo, ya que permite reemplazar combustibles fósiles mediante biocombustibles como el biodiésel, reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se disminuyen los efectos indirectos del mal manejo de residuos grasos, como la liberación de metano en rellenos sanitarios o su quema incontrolada.

4.5 ODS 14: VIDA SUBMARINA

El ODS 14 está enfocado en "conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible". Una de sus metas principales

es prevenir y reducir significativamente la contaminación marina, especialmente la causada por actividades terrestres, incluidos los residuos sólidos y líquidos (ONU, 2024).

Los residuos grasos, cuando son vertidos directamente en cuerpos de agua o canales de desagüe que desembocan en el mar, se convierten en contaminantes de alta persistencia que afectan directamente a la biodiversidad marina. Su correcta gestión a nivel local contribuye a la salud de ecosistemas costeros y marinos, especialmente en regiones con alta riqueza biológica y turismo ambiental, como es el caso de muchas zonas costeras de Colombia.

CAPÍTULO 5: PLANES DE DESARROLLO NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y DISTRITAL

Los planes de desarrollo en Colombia han adoptado una visión integrada que articula sostenibilidad ambiental, transformación productiva y equidad social. En el marco del actual Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026, el Gobierno Nacional ha estructurado su propuesta en torno a cinco ejes transformadores: el ordenamiento territorial centrado en el agua, la seguridad humana y justicia social, el derecho a una alimentación saludable, la transformación productiva con enfoque climático e internacionalización, y la convergencia regional. Estos pilares están acompañados por tres ejes transversales: la paz total, el reconocimiento de actores sociales diferenciados y la estabilidad macroeconómica (Gobierno de Colombia, 2024).

El primer eje, que establece el ordenamiento territorial alrededor del agua, promueve una nueva relación entre los territorios y sus ecosistemas, en donde el agua no solo se entiende como un recurso natural, sino como un derecho colectivo. Este enfoque busca consolidar una justicia ambiental que garantice la redistribución equitativa de los beneficios derivados de la conservación hídrica, así como una participación ciudadana efectiva en la toma de decisiones. Se pretende avanzar hacia un modelo territorial que reduzca los impactos de la contaminación, promueva el acceso sostenible al agua y fortalezca la resiliencia frente a los efectos del cambio climático (Gobierno de Colombia, 2024).

En línea con ello, el quinto eje transformador del PND hace énfasis en la transformación productiva, la acción climática y la internacionalización, proponiendo una transición hacia

una economía limpia y justa. Esto incluye el diseño de sistemas productivos con bajo impacto ambiental, el impulso a nuevas formas de economía verde, y la incorporación del conocimiento científico y ancestral como base de modelos económicos más sostenibles. Estas propuestas responden al imperativo de adaptar la estructura económica del país al contexto del cambio climático y los compromisos globales de sostenibilidad (Gobierno de Colombia, 2024).

A nivel subnacional, el Plan Departamental de Desarrollo Bolívar me enamora (2024–2027) plantea un modelo de gestión que se articula con los lineamientos del PND y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), posicionando el crecimiento económico y la sostenibilidad como ejes vertebrales del desarrollo territorial. En este contexto, el agua se reconoce como un elemento estructurante del ordenamiento territorial, adoptando como principio rector el cuidado de las fuentes hídricas. La protección de los cuerpos de agua se concibe como un determinante del bienestar colectivo, especialmente frente a los efectos recientes de fenómenos climáticos extremos como El Niño y La Niña (Gobernación de Bolívar, 2024).

Este plan destaca la necesidad de consolidar una gobernanza del agua basada en el empoderamiento comunitario y el liderazgo institucional. Se proyecta la creación de ecosistemas de innovación, mediante alianzas con entidades como el SENA, las cámaras de comercio y las universidades, que permitan incorporar tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y las ciencias de datos, en los procesos productivos, ambientales y sociales del departamento (Gobernación de Bolívar, 2024).

Por su parte, el Plan de Desarrollo Distrital de Cartagena 2024–2027, titulado Cartagena, Ciudad de Derechos, propone un enfoque de sostenibilidad estructurado en retos estratégicos y programas transversales. El plan resalta la necesidad de proteger los cuerpos de agua, ampliar las áreas naturales protegidas, y mejorar la infraestructura urbana y ambiental. A través del programa Cartagena Ordenada Alrededor del Agua, se promueve una planificación urbana que integre efectivamente el recurso hídrico en el diseño y la gestión de la ciudad. Esta estrategia busca no solo mejorar la calidad de vida de los cartageneros, sino también garantizar la protección del entorno natural mediante una gestión sostenible del agua (Alcaldía de Cartagena, 2024).

Asimismo, se contemplan acciones concretas en el marco del programa Gestión y Conservación del Agua, que plantea alternativas para la restauración y preservación de la calidad ambiental de cuerpos hídricos internos, incluyendo rondas hídricas y áreas de amortiguamiento. Este enfoque se complementa con el Macroproyecto de Laboratorio Interactivo en Cuerpos de Agua, una iniciativa orientada a consolidar intervenciones integrales mediante recursos, tecnologías y conocimiento local, que impacten positivamente a las comunidades aledañas (Alcaldía de Cartagena, 2024).

En el ámbito de la sostenibilidad productiva, los programas Economía Circular y Negocios Verdes y Unidos por la Gestión de los Residuos y el Desarrollo Sostenible se articulan como apuestas para fomentar la transición hacia una economía baja en residuos y alta en eficiencia. Estas estrategias priorizan el adecuado manejo de residuos sólidos,

incluidos los residuos grasos como el aceite de cocina usado, que tienen un alto potencial de aprovechamiento bajo esquemas de economía circular. El fomento a la cultura ciudadana, el fortalecimiento del sector reciclador y el impulso a modelos productivos sostenibles forman parte de estas líneas estratégicas (Alcaldía de Cartagena, 2024).

5.2 ANTECEDENTES

Tabla 2

Antecedentes

Autor, nombre	fecha,	Objetivo	Resultados	Conclusiones
Evolution of Waste Cooking Oil Collection in an Area with Long-Standing Waste Management Problems. Feo, G., Di Domenico, A., Ferrara, C., Abate, S., & Osséo, S. (2020).		Investigar las causas de la baja recuperación de aceites de cocina usados (ACE) en una región con problemas históricos de gestión de residuos (Campania, Italia), a través del análisis de un programa local de recolección.	En 2015, el 53% de los encuestados recolectaba ACE; el 76% de quienes no lo hacían lo eliminaban incorrectamente en el hogar. La desinformación fue la causa principal de la no participación. Tras el cambio de operador en 2016, la recolección se redujo drásticamente, pasando de 7730 kg a un promedio de 3800 kg anuales.	Las campañas de educación e información son esenciales para aumentar la conciencia ciudadana. Sin embargo, también es clave cómo se gestiona el servicio de recolección, especialmente en zonas con antecedentes de mala gestión de residuos.
GTW as Feedstock for Renewable Diesel (Mata et al., 2024)		Analizar las prácticas actuales de manejo de residuos de trampas de grasa (GTW) y explorar su viabilidad como materia prima para la producción de biodiésel y diésel renovable.	El GTW tiene un gran potencial para ser transformado en combustibles sostenibles, lo cual conlleva beneficios tanto ambientales como económicos.	La conversión de GTW permite reducir significativamente la huella de carbono, mejorar la gestión de residuos orgánicos y abrir nuevas oportunidades económicas circulares.

Management of Used Cooking Oil through Circular Economy (Hartini, 2023)	Proponer una estrategia efectiva para gestionar el aceite de cocina usado, reduciendo los costos de recolección y aplicando principios de economía circular en los ámbitos social, económico y ambiental.	Se diseñaron puntos de recolección basados en modelos de optimización espacial (MCLP y SI), y se estudió el comportamiento ciudadano a través de encuestas.	Se ofrece un marco replicable por los gobiernos locales para una gestión más eficiente y sostenible de los residuos domésticos, particularmente en países en desarrollo.
The perception of food vendors on the associated effects of used cooking oil in Lagos State, Nigeria (Oladunjoye & Aluko, 2024)	Determinar las percepciones y prácticas de los vendedores de alimentos sobre la reutilización y eliminación del aceite de cocina usado (ACU), y brindar información sobre sus impactos ambientales.	El 61% de los encuestados percibe positivamente los efectos ambientales de la gestión del ACU, pero el 99% reutiliza el mismo aceite hasta agotarlo. Las percepciones estuvieron influenciadas por factores como nivel económico, etnia, educación y experiencia.	Aunque existe conciencia ambiental positiva, hay una brecha entre el conocimiento y la práctica, lo que indica la necesidad de intervenciones educativas y políticas para mejorar la gestión del ACU entre vendedores de alimentos.
Enzymatic Pretreatment and Flow Reactors for Biodiesel (Tran et al., 2021)	Investigar una nueva metodología para convertir residuos grasos en biodiésel utilizando pretratamientos enzimáticos y reactores de flujo continuo.	La combinación de enzimas y tecnología de reactores incrementó notablemente la eficiencia de conversión de residuos en biocombustible.	Este enfoque innovador puede integrarse en modelos de economía circular, ayudando a reducir el uso de combustibles fósiles y valorizando residuos.

Oportunidades de diseño en reciclaje de residuos orgánicos en cocinas urbanas (Vinck et al., 2019)	Identificar oportunidades de rediseño en la gestión de residuos orgánicos, particularmente grasas y aceites, en cocinas urbanas medianas.	Se evidenció que, a pesar de la legislación vigente, muchos restaurantes no cumplen debido a problemas como falta de espacio y costos de implementación.	Para lograr una mejora real, es necesario rediseñar los procesos operativos e incorporar el reciclaje como parte integral del trabajo en restaurantes.
Comparative study of the environmental impacts of used cooking oil valorization options in Thailand (Thushari & Babel, 2022)	Evaluar y comparar los impactos ambientales de 14 escenarios de valorización del aceite de cocina usado (UCO) en Tailandia, incluyendo procesos de recuperación de energía y usos alternativos como la fabricación de jabón, alimento animal, plásticos y polioles.	Todas las opciones analizadas generaron impactos ambientales. Sin embargo, los escenarios 7, 9 y 10 lograron créditos ambientales en ciertos indicadores, como la eutrofización y la escasez de recursos fósiles. A pesar de estos beneficios, la carga ambiental por consumo energético y de materiales no fue completamente compensada por los coproductos obtenidos.	Las opciones basadas en recuperación de energía presentan un desempeño ambiental más favorable que los usos alternativos. No obstante, el consumo energético directo sigue siendo el factor de mayor impacto. La elección del escenario de valorización debe considerar estos resultados para una gestión más sostenible del UCO.
Evaluación de sostenibilidad del modelo de valorización de ACU en Bogotá (Casas, 2021)	Evaluar la sostenibilidad del proceso de valorización del aceite de cocina usado en Bogotá mediante un análisis de ciclo de vida comparativo.	El biodiésel producido a partir de ACU resultó ser más sostenible que el producido con aceite de palma en la mayoría de indicadores evaluados.	Impulsar la producción local de biodiésel con ACU puede reducir emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar una gestión más responsable de residuos.

Aplicación del LCSA a la gestión de residuos de aceite de cocina usado (Vinyes et al., 2013)	Comparar la sostenibilidad de tres sistemas de recolección doméstica de ACU: a través de escuelas (SCH), puerta a puerta (DTD) y centros urbanos de recogida (UCC), para establecer cuál es más adecuado en contextos urbanos mediterráneos.	la El sistema UCC obtuvo los mejores resultados en sostenibilidad general, especialmente en rendimiento ambiental y económico. Sin embargo, en el componente social, los sistemas DTD y SCH mostraron valores más favorables. La diferencia entre los tres, aunque clara, no fue sustancial en todos los aspectos.	Los sistemas de recolección ubicados cerca de los hogares generan mejores resultados ambientales. Además, la recolección de residuos mixtos, como la del UCC, es más sostenible que la especializada. La metodología LCSA es adecuada, pero aún debe afinarse, sobre todo en su dimensión social, ya que cuantificar ciertos indicadores sigue siendo un reto metodológico.
Moringa oleifera como bioadsorbente para aguas residuales de restaurantes (Hendrasarie & Maria, 2021)	Explorar el uso de la semilla de Moringa oleifera como un bioadsorbente natural para reducir la carga contaminante de las aguas residuales provenientes de establecimientos gastronómicos.	La Moringa mostró una elevada capacidad para eliminar contaminantes debido a sus propiedades químicas naturales, representando una solución eficaz y ecológica.	Esta alternativa, económica y ambientalmente viable, puede complementar el uso de trampas de grasa en la gestión de aguas residuales urbanas.

Vehicle Routing Problem for UCO Collection (Pereira et al., 2013)	Proponer un modelo matemático para optimizar las rutas de recolección de aceite de cocina usado, considerando una flota de transporte tercerizada y múltiples depósitos.	Al aplicar el modelo MILP, se logró una reducción del 13% en el kilometraje total y del 11% en los costos de contratación de flota.	Las soluciones logísticas avanzadas pueden mejorar significativamente la eficiencia y reducir costos en la cadena de recolección de residuos.
Gestión de residuos de aceite de cocina para mayor seguridad y beneficio (Setiawan, Wijayanti & Haresmita, 2024)	Aumentar el conocimiento y las habilidades prácticas de mujeres líderes comunitarias en Turi, Sleman, para transformar el aceite de cocina usado (ACU) en productos útiles, como velas aromáticas y jabón de manos.	La participación en las actividades comunitarias alcanzó el 90%, y el conocimiento sobre los peligros del uso continuado de ACU aumentó significativamente, pasando de un puntaje promedio de 67 a 83. Además, el 90% de las participantes manifestó su intención de cambiar sus hábitos respecto al manejo del ACU.	Las actividades de socialización, capacitación práctica y mentoría demostraron ser efectivas para empoderar a la comunidad en la gestión sostenible del ACU. Transformar el residuo en productos reutilizables no solo previene riesgos para la salud, sino que también genera beneficios económicos y ambientales.

Gestión de residuos de grasas y aceites de cocina: una revisión del estado actual (Matusšinec et al., 2020)	Analizar el estado actual de la gestión de residuos de aceites y grasas de cocina usados, especialmente a nivel doméstico, y evaluar sus oportunidades dentro de una economía circular.	Se identificaron deficiencias en los métodos de recogida y tratamiento, sobre todo por la falta de una infraestructura adecuada y una legislación aún reciente. Se resaltan los problemas causados por la eliminación tradicional en el alcantarillado, así como el potencial energético del residuo.	La recolección y gestión de aceites usados aún está en fase de desarrollo. Es crucial establecer cadenas de suministro inversas más organizadas, usar modelos matemáticos para la toma de decisiones y mejorar la infraestructura para fomentar su valorización como recurso energético.
---	---	---	--

Nota: Elaboración propia

5.2 MARCO CONCEPTUAL

Aceite de cocina usado (ACU): es el producto de origen vegetal constituido básicamente por glicéridos de ácidos grasos, principalmente triglicéridos, cuyas características físico-químicas han sido modificadas al ser sometido a cocción de alimentos en los ámbitos doméstico, industrial, comercial y de servicios. (ACUACAR,2020)

Aceites vegetales comestibles (AVC): Producto alimenticio principalmente constituido por glicéridos de ácidos grasos obtenidos únicamente por fuentes vegetales, que podrán contener pequeñas cantidades de otros lípidos tales como fosfátidos de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en el aceite.(Min Ambiente, 2018)

Ácidos grasos libres / Grado de acidez: Medida de la cantidad de ácidos grasos libres presentes en un aceite o grasa expresada como porcentaje de un ácido graso particular, a saber, que se puede expresar en porcentaje de ácido oleico. (Min Salud, 2012).

Almacenamiento: Ubicación temporal del aceite de cocina usado en recipientes, depósitos y/o contenedores para su recolección con fines de aprovechamiento. (Min Ambiente, 2018)

Aprovechamiento: Proceso de transformación que permite emplear el ACU dentro de la cadena productiva, que cumpla con las normas y especificaciones técnicas y ambientales aplicables. (Min Ambiente, 2018)

Buenas prácticas de manufactura (BPM): Son los principios básicos y prácticas generales de higiene en la manipulación , preparación, elaboración, envasado,

almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, con el objeto de garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción. (Min Salud, 1979)

Caracterización de aguas residuales: Es un proceso mediante el cual se definen y clasifican los distintos elementos en el agua. Mediante esta caracterización se puede determinar si el agua es apta para su uso, ya sea en cultivos, limpieza, u otros. E incluso si es apta para consumir para los seres humanos o para los animales.

Distribuidores y comercializadores de AVC: Persona natural o jurídica que realiza la actividad de distribuir o comercializar aceite vegetal comestible. (Min Ambiente, 2018)

Generadores domiciliarios de ACU: Toda persona que genera ACU en los hogares. (Min Ambiente, 2018)

Generadores industriales, comerciales y de servicios de ACU: Toda persona que genere ACU dentro de sus actividades industriales, comerciales y de servicios. (Min Ambiente, 2018)

Gestor de ACU: Es la persona que realiza actividades de recolección, tratamiento y/o aprovechamiento de ACU dentro del marco de la gestión y cumpliendo con los requerimientos de la normatividad vigente. (Min Ambiente, 2018)

Grasa vegetal: Obtenidas, por distintos procedimientos de frutos o semillas sanos y limpios. (Min Salud, 2012)

Índice de acidez/valor ácido: Es el número de miligramos de (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos libres en 1g de muestra. (Min Salud, 2012)

Margarina y esparcibles para mesa y cocina: Producto de consistencia blanda, constituido por una emulsión de aceites y/o grasas comestibles de origen vegetal o animal (leche o derivados lácteos o marinos) y agua. Se le denomina margarina si su contenido graso es igual o superior al 80% y esparcible si su contenido graso está por debajo del 80%. En las margarinas y esparcibles para uso de mesa y cocina, el contenido de grasa láctea no podrá ser superior al 3% del contenido total de grasa. (Min Salud, 2012)

Productores de AVC: Toda persona natural o jurídica que con independencia de la técnica de venta utilizada, fabrique aceite vegetal comestible que sea puesto en el mercado nacional, ponga en el mercado aceite vegetal comestible fabricado por terceros o importe aceite vegetal comestible para poner en el mercado nacional. (Min Ambiente, 2018)

Servicio de alcantarillado: la recolección municipal de residuos, principalmente líquidos, por medio de tuberías y conductos. También implica las actividades complementarias de transporte, tratamiento y disposición final de tales residuos. (Alcaldía de Cartagena, 2022).

6. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrollará bajo un enfoque mixto, con un diseño no experimental de tipo descriptivo, y de corte transversal analítico, para abordar la problemática del inadecuado manejo del aceite de cocina en los restaurantes del centro histórico de Cartagena. Este enfoque permitirá recolectar y analizar los datos objetivos y medibles relacionados con las prácticas de gestión del aceite de cocina usado en establecimientos de preparación y venta de alimentos, con el propósito de evaluar el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

En una primera fase descriptiva, se seleccionará una muestra representativa de entre 30 y 40 restaurantes del centro histórico de Cartagena, tomando en cuenta mapeo de alta obstrucción y contaminación realizado por empresa prestadora de servicio de alcantarillado. Esta información fue la línea base para delimitar espacialmente la zona crítica y ubicar los establecimientos gastronómicos responsables potenciales del vertimiento.

En una segunda fase, se diseñará e implementará una herramienta especializada para la evaluación sistemática de las prácticas asociadas a la gestión de ACU y grasas. Esta herramienta estará compuesta por un conjunto estructurado de ítems que permitirán verificar cada etapa del proceso adecuado de aceite de cocina usado basada en los requisitos técnicos establecidos en la resolución 0316 de 2018 y otras disposiciones normativas vigentes. Este instrumento abordará aspectos como almacenamiento del residuo, capacitación del personal, identificación de riesgos laborales, signos de degradación del aceite, cumplimiento documental, etc. Luego de su validación, el instrumento será aplicado en visitas presenciales a los establecimientos

seleccionados, utilizando cuestionario estructurado y observación directa para la recolección de los datos. La información se digitalizará y se organizará en bases de datos para su posterior análisis. La evaluación se realizará mediante indicadores previamente definidos que posibilitará la obtención de un resultado cuantitativo, facilitando así la identificación de fortalezas y oportunidades de mejora en la gestión integral de los ACU y grasas.

En la tercera fase, se llevará a cabo un estudio de comportamientos de los resultados para medir el estado de cumplimiento de las normativas y el adecuado uso de los ACU de cada establecimiento, con el fin de identificar similitudes, diferencias y niveles de cumplimiento en cuanto a las prácticas de gestión de aceite de cocina usado.

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN-ENFOQUE

Este estudio se enmarca dentro del enfoque mixto, con un diseño no experimental, de tipo descriptivo y comparativo. El propósito principal es evaluar de forma sistemática las prácticas de gestión de aceites de cocina usado (ACU) y grasas en los establecimientos HORECA del centro histórico de Cartagena, sin manipular las variables directamente, sino observando su comportamiento tal como ocurre en su entorno natural.

El carácter descriptivo del estudio radica en la necesidad de caracterizar y documentar los métodos de disposición de aceites usados en los establecimientos seleccionados, mientras que el enfoque comparativo permite identificar variaciones en el nivel de cumplimiento de normativas ambientales y prácticas sostenibles entre diferentes establecimientos. Asimismo, se pretende establecer relaciones entre los resultados observados y los criterios establecidos en la resolución 0316 de 2018 y otras normativas aplicables.

Este enfoque metodológico facilitará el análisis de indicadores clave definidos en un instrumento previamente validado por expertos, permitiendo así realizar inferencias prácticas orientadas a la mejora continua de los procesos de manejo de residuos grasos en el sector gastronómico de la ciudad.

6.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio está compuesta por los establecimientos pertenecientes al sector HORECA ubicados en el centro histórico de Cartagena de Indias, específicamente en la calle del Colegio, Calle del Coliseo, Calle del Porvenir, Calle de la Soledad, y Calle de la Universidad, como se muestra en la figura 3. Esta delimitación geográfica no fue seleccionada de forma aleatoria, sino como resultado de un proceso técnico de priorización realizado por la empresa encargada del servicio de alcantarillado en la ciudad.

Figura 3

Zona crítica del centro de Cartagena.



. Nota: Elaboración propia

Dicha empresa, basándose en sus análisis internos de “caracterización de aguas residuales” y pruebas de calidad del sistema de alcantarillado, determinó que este sector concentra los mayores

niveles de obstrucción por grasas y residuos oleosos, estos hallazgos posicionan esta zona como “punto crítico” para la intervención, donde, por medio de reuniones internas con el departamento de medio ambiente de la empresa ha sido establecida la zona para ser evaluada.

Para el estudio se estableció un listado de 49 establecimientos, distribuidos proporcionalmente entre las calles priorizadas. Esta muestra busca representar la diversidad de prácticas de manejo existentes en la zona crítica, con el fin de realizar un análisis detallado.

6.2 VARIABLES DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN.

En el presente estudio, las variables se definen en función del propósito central de la investigación: evaluar las prácticas de gestión de aceites de cocina usados y grasas en establecimientos del sector HORECA ubicados en el centro histórico de Cartagena. Se establecieron como variables principales aquellas relacionadas con la implementación de buenas prácticas en el manejo técnico, normativo y logístico del aceite de cocina, conforme a lo estipulado en la resolución 0316 de 2018 y otras disposiciones normativas nacionales y sectoriales.

Las variables se agrupan en cuatro dimensiones fundamentales: (i) Manejo adecuado del aceite de cocina, (ii) Mantenimiento de trampas de grasa, (iii) gestión de ACU y grasas, y (iv) consideración económica de sanciones de mal manejo de ACU por autoridades ambientales. Estas dimensiones fueron operacionalizadas mediante un instrumento estructurado por 25 ítems evaluados con una escala tipo Likert de cumplimiento, la cual permitió medir la frecuencia y formalidad con la que se aplican dichas prácticas. Los niveles de la escala son: 1 (nunca), 2 (rara vez), 3 (a veces), 4 (frecuentemente) y 5 (siempre), permitiendo valorar objetivamente el grado de cumplimiento en cada establecimiento evaluado.

El instrumento fue sometido a un proceso de validación de contenido por juicio de expertos, en la cual participaron seis profesionales como: técnicos, tecnólogo y profesionales en cocina de diferentes restaurantes de la ciudad, ingeniero de alimentos, docente de gastronomía, ingeniero industrial, química experta en formulación de productos de la empresa ASEOLAB (ver anexos). Para el análisis de validez se aplicó el método del índice de validez de contenido (CVR) propuesto por Lawshe (1975), considerando el criterio de relevancia como base para determinar

la pertinencia de cada ítem. La mayoría de los ítems obtuvieron niveles aceptables o altos de validez ($CVR \geq 0.33$), y aquellos valores inferiores fueron reformulados, garantizando así la claridad, coherencia y adecuación técnica del instrumento final.

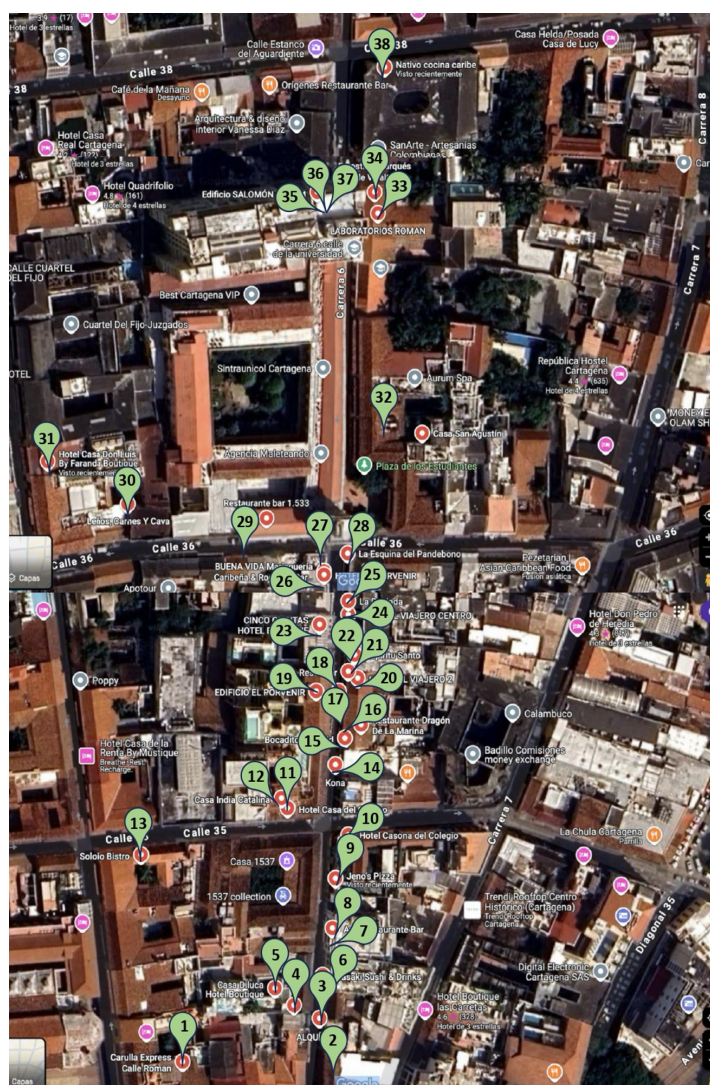
Una vez validado el instrumento, se puede proceder a su aplicación en campo, específicamente a los establecimientos que se encuentran en el listado que se han seleccionado de la zona priorizada del centro histórico de Cartagena, donde se ha identificado alta incidencia de vertimientos oleosos y obstrucción en las redes de alcantarillado. Este instrumento permitirá obtener datos objetivos y comparables sobre la realidad de la gestión de aceites y grasas en los establecimientos, contribuyendo al diagnóstico de cumplimiento normativo y a la identificación de oportunidades de mejora en la gestión ambiental del sector gastronómico.

6.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Con base a la lista de establecimientos previamente seleccionado por la empresa prestadora del servicio de alcantarillado de la ciudad, se elaboró una ruta compuesta por 49 puntos como se puede ver en la figura 4. Esta ruta fue diseñada con el propósito de facilitar la recolección de datos en campo, optimizar los tiempos de visita y asegurar el cumplimiento de los objetivos del estudio.

Figura 4

Ruta de establecimientos seleccionados.



Nota: Elaboración propia

6.4.1 Criterios de inclusión

Para garantizar la coherencia de la muestra con los objetivos de estudio, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Establecimientos clasificados como HORECA (Hoteles, Restaurantes o Cafeterías)
- Localizados específicamente en las calles de la Zona Crítica: Calle del Colegio, Calle del Coliseo, Calle del Porvenir, Calle de la Soledad, y Calle de la Universidad.
- Establecimientos que estén activos en el momento de la recolección de datos
- Establecimientos que utilicen aceite de cocina en sus procesos productivos.
- Establecimientos que acepten participar voluntariamente en el estudio.

6.4.2 Criterios de exclusión

- Establecimientos que no usen aceite de cocina (como cafeterías secas, bares sin cocina, laboratorios).
- Aquellos que se encuentren cerrados durante el tiempo de la aplicación del instrumento.
- Negocios que operen exclusivamente en modalidades ambulantes o informales sin sede física fija.
- Establecimientos que se encuentren por fuera de la zona crítica establecida.
- Establecimientos de uso doméstico, como apartamentos.

A partir de estos criterios, fueron incluidos en el estudio establecimientos como los números 1 al 4, 6 al 14, 16, 17, 19 al 23, 25 al 29, 31 y 34 al 35, ya que cumplieron con todos los criterios. Estos negocios están operando, ubicados dentro del área crítica, usan aceites en sus actividades, y mostraron disposición para colaborar con el estudio. Por otra parte, algunos establecimientos

fueron excluidos del estudio al no cumplir con los criterios establecidos. Entre estos se encuentran los puntos 5, 18, 24, 30, 33, 36 y del 40 al 49, por lo que, eran establecimientos como laboratorios, también por haberse negado a la visita, no existir físicamente, haber cambiado su razón social y actividad comercial. Además, en algunos casos por el punto 31, el establecimiento no fue localizado, posiblemente por haber cesado su actividad.

6.4 FUENTES, MÉTODOS Y MECANISMOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La recolección de los datos, se diseñó una encuesta digital estructurada en dos bloques de preguntas. El primero corresponde a una caracterización básica del establecimiento, compuesto por 20 preguntas relacionadas con el tipo de negocio, datos del personal, tiempo de funcionamiento, entre otras. El segundo bloque está compuesto por el instrumento que consta de 25 preguntas diseñadas específicamente para evaluar el manejo de aceite de cocina usado y grasas en establecimientos HORECA, según los requerimientos técnicos y normativos vigentes. Las opciones de respuesta de este bloque están establecidas por medio de escala de Likert de cinco niveles, lo que permite analizar el nivel de cumplimiento o implementación de cada criterio.

Cada bloque se presenta de la siguiente manera:

Bloque 1: Caracterización

1. Tipo de negocio
2. Persona que atiende la visita.
3. Cargo
4. Especialidad del restaurante.
5. Su establecimiento tiene Registro Nacional de Turismo.
6. Tiempo de funcionamiento (años de operacion)
7. ¿Cuántos empleados tiene la empresa?
8. Comandas por días
9. Cuántas mesas tiene su establecimiento.

10. Realiza domicilios.
11. ¿La empresa se encuentra registrada como generador comercial de aceite de cocina usado ante la autoridad ambiental (EPA)?
12. ¿Quién es su gestor de Aceite de Cocina Usado?
13. Su gestor ACU le entrega constancia de recolección
14. Su gestor ACU le paga a su establecimiento por el aceite de cocina usado recolectado
15. ¿Cuál es la cantidad de aceite de cocina usado semanal (L/Kg) que genera su establecimiento?
16. La Trampa de grasa es la adecuada para la capacidad del restaurante
17. La Trampa de grasa está instalada correctamente
18. ¿Quién realiza mantenimiento a su trampa de grasa?
19. ¿Quién recolecta los lodos de su trampa de grasa?
20. ¿Cuál es la cantidad de lodos que se retiran semanalmente de su trampa de grasa (Kg)?

Bloque 2: Instrumento

Con descripción de la escala:

1. Nunca. No se realiza
2. Rara vez. De forma esporádica o informal
3. A veces. Incompleto o sin documentación
4. Frecuentemente. De manera regular pero no total
5. Siempre. Formalmente y documentado.

Preguntas

1. Realizo la selección de aceites considerando su uso, propiedades básicas (punto de humo, estabilidad al calor), etiquetas y certificados de calidad para garantizar la idoneidad del producto.
2. Almaceno los aceites nuevos lejos del calor y la luz directa según lo establecido en la Resolución 2154/2012 (Cap. XVI) y NTS-USNA 007 (6.11.1 y 6.11.2).
3. Mido la temperatura del aceite durante su uso para prolongar su vida útil.
4. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición según lo establecido en las normas NTS-USNA Sectorial Colombiana 8.7.4.3 y 9.2.2. Así como Resolución 0316 de 2018.
5. Uso un punto de acopio temporal para almacenar y disponer el aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame), dando cumplimiento a la Resolución 0316/2018.
6. Identifico y documento los riesgos laborales asociados al manejo de aceites en cocina según el Decreto 1072/2015 y la Resolución 0312/2019 del SG-SST.
7. Registro y mantengo actualizada la evidencia de la capacitación del personal en el manejo adecuado de aceites y grasas, según lo exige la Resolución 0316 de 2018.
8. Reporto anualmente ante la autoridad ambiental competente, dentro de los primeros quince (15) días del mes de enero de cada año, información sobre los kilogramos totales de ACU generados durante el periodo correspondiente y copia de las constancias expedidas por el gestor de ACU, en cumplimiento a la Resolución 0316 de 2018.
9. Solicito la recolección del aceite usado a un gestor de ACU inscrito ante la autoridad ambiental competente, conforme a lo establecido en la Resolución 0316 de 2018.

10. Registro la cantidad de residuos de envases de aceite de usado para asegurar su trazabilidad, de acuerdo con la Resolución 1407 de 2018.
11. Establezco y documento un cronograma formal de mantenimiento de la trampa de grasa con asignación de responsabilidades según la NTS-USNA 006/2012 (5.1.16) y Res. 0799/2021 (Art. 172)
12. Realizo inspecciones visuales semanales de la trampa de grasa verificando su nivel de llenado (75%) conforme al párrafo del Art. 172 de la Res. 0799/2021.
13. Contrato personal capacitado para realizar la limpieza de la trampa de grasa según los requisitos del Decreto 3075/1997 (Art. 9.c) y Res. 0799/2021
14. Registro la fecha, cantidad y destino de la grasa retirada durante la limpieza de trampas, conforme a la Resolución 0799/2021 (Art.172) y Resolución 330/2017 (Sección 5) sobre gestión de subproductos
15. Deposito los residuos de grasa en recipientes cerrados, rotulados y resistentes conforme al Decreto 3075/1997 (Art. 9.c y 37.e-f) sobre disposición de residuos
16. Entrego los residuos de la trampa de grasa a un gestor autorizado según lo establecido en la Resolución 330/2017 (Sección 5) sobre gestión de subproductos.
17. Evito el uso de productos químicos o aditivos no recomendados que puedan dañar el sistema de trampa de grasa.
18. Verifico que los niveles de aceites y grasas en la caracterización de aguas residuales cumplan con los límites establecidos en la Resolución 0631/2015 (Art. 12 y 16) y el Decreto 1076/2015 (Art. 2.2.3.3.9.14).
19. Verifico que la trampa de grasa cumpla con los requisitos establecidos en la NTS-USNA 006/2012 (5.1.16) y la Resolución 0799/2021 que modifica la 330/17 del RAS (Art. 172).

20. Registro los costos mensuales de adquisición de aceite nuevo.
21. Registro los ingresos asociados a la recolección y disposición del aceite usado (ACU)
22. Registro los costos mensuales por la limpieza de trampas de grasa, incluyendo los insumos y los servicios contratados.
23. Estimo el ahorro mensual logrado mediante un uso controlado del aceite (en caso de que utilice herramientas de medición de temperatura y filtrado).
24. Identifico los costos asociados a sanciones regulatorias por incumplimiento de normativas ambientales y sanitarias, con el fin de evitarlos.

6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos, se empleó un análisis de conglomerados jerárquico (cluster analysis), con el fin de agrupar los restaurantes según la similitud en sus prácticas de gestión de aceites y grasas. Este enfoque permitió identificar patrones de comportamiento operativo, segmentando los establecimientos en grupos homogéneos a partir de variables ordinales medidas en escala Likert (1 a 5), como el uso de filtros de aceite, frecuencia de cambio, disposición final, entre otras.

Previo al análisis, las variables fueron escaladas a media cero y varianza uno mediante estandarización z-score. Este paso fue fundamental para garantizar que todas las variables contribuyeran de forma equilibrada al proceso de agrupación, evitando que diferencias de escala influyeran indebidamente en la distancia entre observaciones. Tal como señalan Tatliyer, Cervantes, Formoso-Rafferty y Gutiérrez (2019), la relación entre la media y la varianza puede influir en los patrones de correlación entre datos, afectando la interpretación de la variabilidad y, por tanto, las decisiones derivadas del análisis. Comprender y controlar este efecto resulta esencial en estudios donde se busca optimizar predicciones o segmentaciones como en este caso.

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Para determinar el número óptimo de agrupaciones (clusters) se utilizó el método del codo (elbow method), una técnica ampliamente aceptada en análisis de datos no supervisados, especialmente en procedimientos de agrupamiento como k-means y análisis jerárquico. Esta técnica se fundamenta en representar gráficamente una métrica de error, como la suma de los errores cuadráticos dentro de los conglomerados (WSS), frente al número de clústeres posibles. A medida que se incrementa el número de conglomerados, la dispersión intra-grupo tiende a

disminuir, pero lo hace de forma decreciente. El punto donde esta disminución comienza a ser marginal (es decir, el "codo" de la curva) es interpretado como el número óptimo de clústeres, ya que representa el mejor balance entre simplicidad del modelo y homogeneidad interna (Liu & Deng, 2021).

En este estudio, la identificación del codo fue inicialmente realizada de forma visual, lo que, si bien es una práctica común, puede introducir cierto grado de subjetividad. Investigaciones recientes han propuesto métodos de automatización del punto de codo, a través de algoritmos que normalizan la curva de WSS y calculan distancias geométricas entre puntos de referencia, logrando así una estimación más reproducible y objetiva (Onumanyi et al., 2022). Aunque este estudio adoptó la metodología visual tradicional por su claridad interpretativa, se reconoce que herramientas automatizadas pueden fortalecer futuras investigaciones, especialmente aquellas que manejen grandes volúmenes de datos o estructuras de clúster más complejas.

Este método, además de su simplicidad conceptual, ha demostrado ser versátil en la segmentación de poblaciones diversas, incluyendo conjuntos de datos con clústeres desbalanceados o de formas variadas. En aplicaciones prácticas, su utilidad se ha extendido incluso a entornos de información incierta, donde permite la actualización dinámica de marcos categóricos abiertos, lo cual refuerza su valor metodológico en contextos de política pública, sostenibilidad y gestión ambiental (Liu & Deng, 2021).

$$distorsion = \frac{\sum_i^N ||x_i - centroide||^2}{N}$$

En esta investigación se aplicó el algoritmo de agrupamiento no supervisado K-means, ampliamente reconocido por su eficacia en la partición de datos en grupos homogéneos (Ikotun

et al., 2022). El objetivo fundamental de este algoritmo es minimizar la suma de las distancias cuadráticas entre cada observación y el centroide de su respectivo clúster, buscando una estructura de agrupación que refleje similitudes internas y diferencias externas (Nie et al., 2023).

El funcionamiento del algoritmo K-means se desarrolla en tres fases principales: (1) la inicialización de K centroides, que puede hacerse aleatoriamente o con técnicas mejoradas; (2) la asignación de los datos al centroide más cercano, de acuerdo con la distancia euclidiana; y (3) la actualización de los centroides, calculando el promedio de los puntos asignados a cada grupo (Fränti & Sieranoja, 2019). Este ciclo se repite hasta que los centroides se estabilizan, es decir, cuando el cambio entre iteraciones cae por debajo de un umbral determinado o se alcanza un número máximo de iteraciones (Sinaga & Yang, 2020).

Desde el punto de vista matemático, el problema de optimización que resuelve K-means se puede expresar como la minimización de la función de coste:

$$\min_S \sum_{i=1}^k \sum_{x_j \in S_i} ||x_j - \mu_i||^2$$

Donde S_i representa el conjunto de datos asignado al i-ésimo clúster y μ_i es su centroide. En cada iteración, el nuevo centroide se calcula como el promedio de los vectores pertenecientes al grupo:

$$\mu_i^{(t+1)} = \frac{1}{|S_i^{(t)}|} \sum_{x_j \in S_i} x_j$$

Este método presenta diversas ventajas, como su simplicidad, velocidad de ejecución y escalabilidad para grandes volúmenes de datos (Bahmani et al., 2012). Sin embargo, también

enfrenta limitaciones importantes: requiere definir previamente el número de grupos k_i es sensible a la inicialización de los centroides y puede converger a óptimos locales (Ikotun et al., 2022). Además, no es adecuado para identificar estructuras de clúster no esféricas o con solapamientos significativos (Zhang et al., 2018).

Para superar estas limitaciones, se han desarrollado variantes como k-means++, que mejora la inicialización de los centroides (Fränti & Sieranoja, 2019); U-k-means, que determina el valor óptimo de k de forma automática; y algoritmos jerárquicos o globales, como el global k-means, que buscan soluciones más robustas frente a ruido y outliers (Likas et al., 2003).

7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Este estudio se desarrollará con estricto apego a los principios éticos fundamentales de la investigación científica, respetando los derechos, la dignidad y la confidencialidad de todos los participantes involucrados. En primer lugar, se garantizará la participación voluntaria de los establecimientos seleccionados y la información recolectada será tratada con estricta confidencialidad, asegurando que ningún dato que permita identificar a los establecimientos o a las personas participantes sea divulgado en los resultados del estudio. Los datos serán codificados y utilizados únicamente con fines académicos y científicos.

Asimismo, el proyecto se enmarca dentro de las disposiciones de la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales en Colombia garantizando la transparencia, integridad y responsabilidad en el manejo de la información.

Durante el proceso de aplicación del instrumento, se evitará cualquier tipo de coacción, presión o juicio hacia las prácticas observadas en los establecimientos, privilegiando un enfoque pedagógico y propositivo orientado a la mejora continua y al cumplimiento normativo ambiental.

Este trabajo no implicará la manipulación directa de variables, ni representará riesgo físico o psicológico para los participantes, por lo tanto, es clasificado como una investigación de riesgo mínimo, conforme a lo establecido en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia.

Finalmente, el equipo investigador se compromete a mantener una conducta ética irreprochable, actuando con responsabilidad social, compromiso ambiental y respeto por las normativas institucionales y legales vigentes.

8. MARCO LEGAL

La gestión de los ACU es regulada principalmente por la Resolución 0316 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual regula dicha actividad en todo el territorio colombiano. Garantiza el cumplimiento de la normativa en su contexto actual. La resolución establece las disposiciones para la gestión adecuada de los ACU aplicado a los productores, distribuidores, comercializadores de aceites vegetales comestibles, generadores (industriales, comerciales y servicios) y gestores de los ACU.

Por otro lado, los establecimientos gastronómicos y hoteleros tienen el deber de separar los ACU en los recipientes adecuados, contratar un gestor autorizado para la recolección de estos. Asimismo, los gestores autorizados deben tener las licencias ambientales correspondientes, para de esta forma garantizar la trazabilidad de los ACU y disponer de estos de manera que no afecte al medio ambiente.

Para aquellos que no cumplan o acaten las normativas de la resolución se establecen sanciones como multa y/o cierre temporal o definitivo del establecimiento.

Ley 99 de 1993 y Decreto 1076 de 2015:

Normas nacionales las cuales proporcionan el marco de referencia para la protección del medio ambiente en la ciudad de Cartagena, incluyendo la gestión integral de residuos peligrosos y no peligrosos como los ACU. (Mejía, 2012)

Cartagena, como parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA), está sujeta a disposiciones generales que regulan la gestión de los residuos, aunque con adaptaciones locales que permiten enfrentar sus desafíos específicos.

Departamento Administrativo de Gestión del Riesgo de Desastres de Cartagena (DADIS)

En Cartagena, el DADIS actúa como la entidad regulatoria y supervisora de toda actividad relacionada con la gestión ambiental del distrito, incluida la gestión objeto de estudio. La entidad cuenta con competencias con el fin de verificar que los gestores de los ACU cuenten con las correspondientes licencias, asegurando así el cumplimiento de las normativas no solo locales sino también nacionales.

Autoridad Ambiental Regional (CARDIQUE):

La Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) cuenta con un papel crucial en la gestión ambiental, incluyendo en esto la supervisión del manejo de ACU. Regulando los permisos ambientales necesarios y asegurando a su vez que tanto los generadores como los gestores locales estén cumpliendo con las normativas de recolección y disposición de ACI de manera sostenible.

Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS):

Cartagena cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), que establece directrices específicas para la gestión de residuos. El PGIRS promueve la adopción de prácticas más responsables en la disposición de los ACU, enfocándose en la reducción del impacto ambiental a través de campañas de sensibilización y acuerdos con gestores autorizados para su adecuada disposición o transformación en biocombustibles.

Establecimiento público ambiental (EPA):

De acuerdo con lo establecido en el marco de la resolución 0316 de 2018 toda persona tanto industrial cómo comercial y de servicios que generen ACU y toda persona gestora de los mismos deberán inscribirse ante la Autoridad Ambiental competente en el área en la que se realizará la actividad de generación, recolección, tratamiento y/o aprovechamiento de los ACU. (EPA,2022)

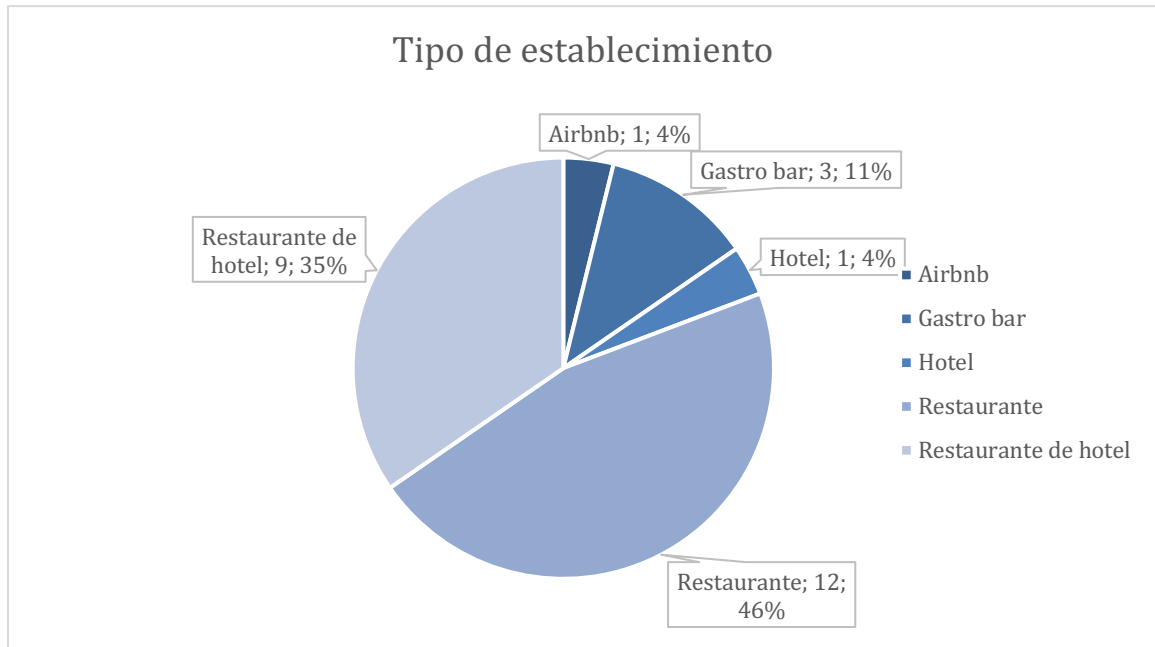
En Cartagena, las entidades cómo CARDIQUE, el DADIS Y EPA tienen facultades que le permiten hacer la imposición de sanciones a los establecimientos que no cumplan con las normas relativas en cuanto a la gestión de los ACU.

9. RESULTADOS

9.1 BLOQUE 1: CARACTERIZACIÓN

Figura 5

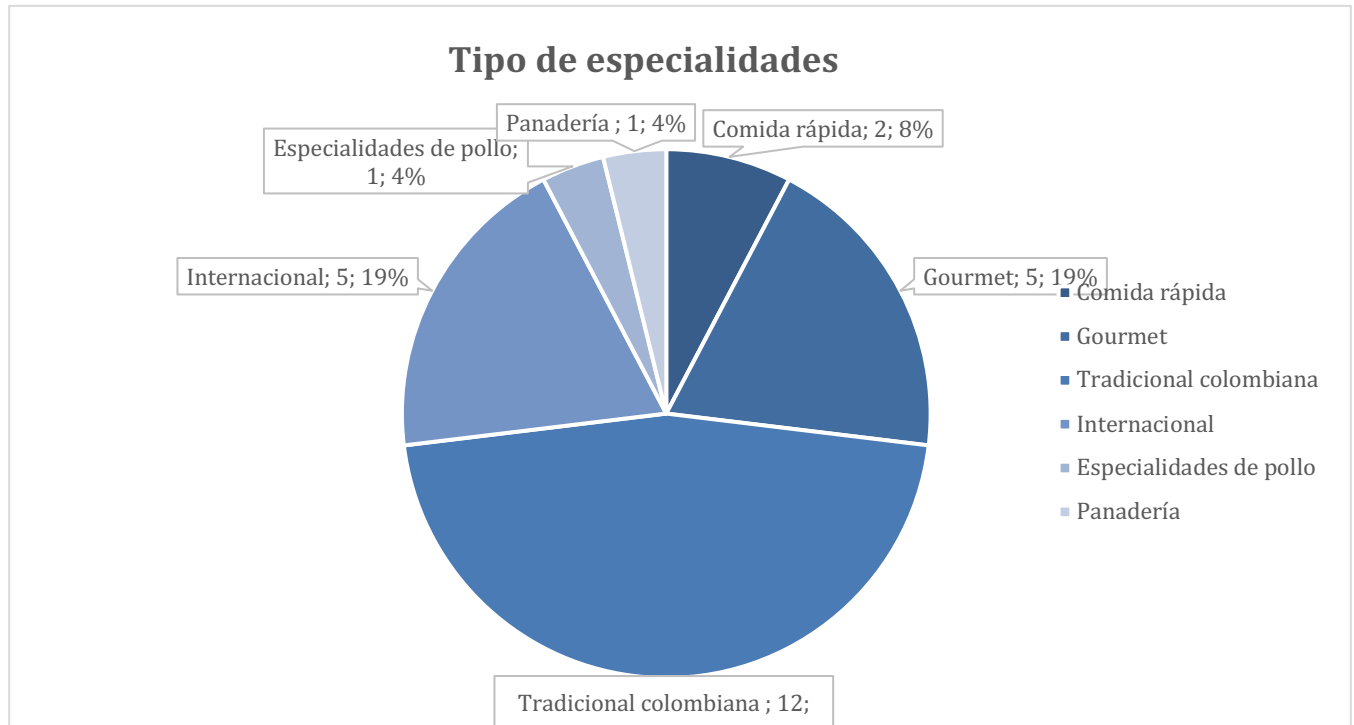
Tipo de establecimiento



Se observa que los tipos de establecimientos predominantes son los restaurantes (46%) teniendo 12 establecimientos y los restaurantes de hotel (35%) con 9 establecimientos, lo que indica que la oferta gastronómica tradicional, tanto independiente como vinculada a hoteles, es la más común en esta área. En menor proporción se encuentran los gastro bares (11%), seguidos por Airbnb y hoteles con solo un 4% cada uno, teniendo solo 1 establecimiento y 3 establecimientos de gastro bares.

Figura 6

Tipo de especialidades



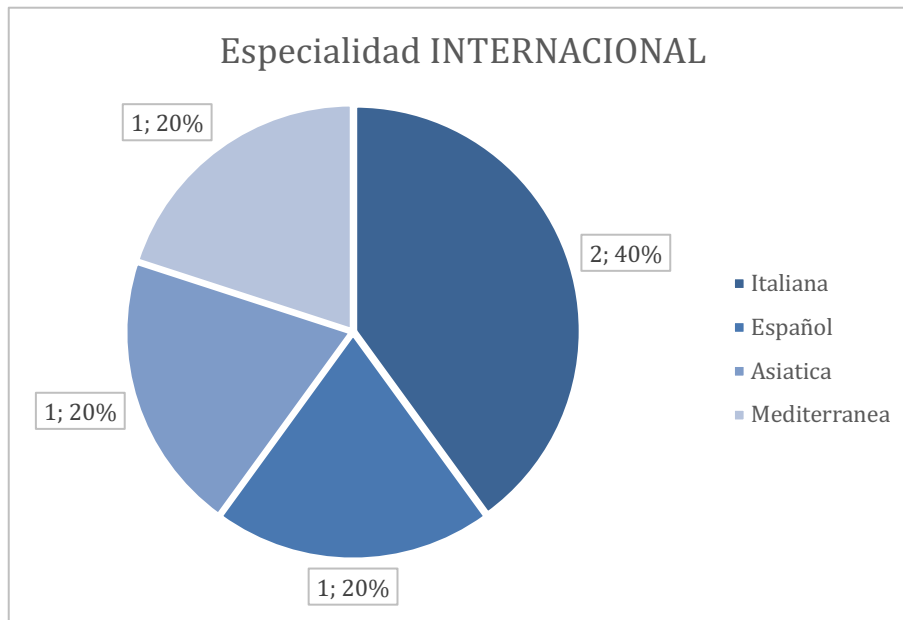
Nota: Elaboración Propia

La mayoría de los restaurantes encuestados se enfocan en la cocina tradicional colombiana (46%) contando con 12 establecimientos, lo que resalta una fuerte identidad cultural y una apuesta por lo local en la oferta gastronómica. Le siguen en proporción los restaurantes de comida gourmet e internacional, cada uno con un 19% (5 establecimientos cada uno), mostrando también una presencia significativa de opciones más sofisticadas o dirigidas al turismo. En menor medida, se encuentran locales de comida rápida (2), panadería (1) y especialidades de pollo (1). En esta distribución se evidencia que, aunque hay una variedad de propuestas, predomina una oferta culinaria centrada en lo tradicional,

complementada por alternativas para públicos diversos, incluidos turistas nacionales e internacionales.

Figura 7

Tipo de especialidades internacionales.

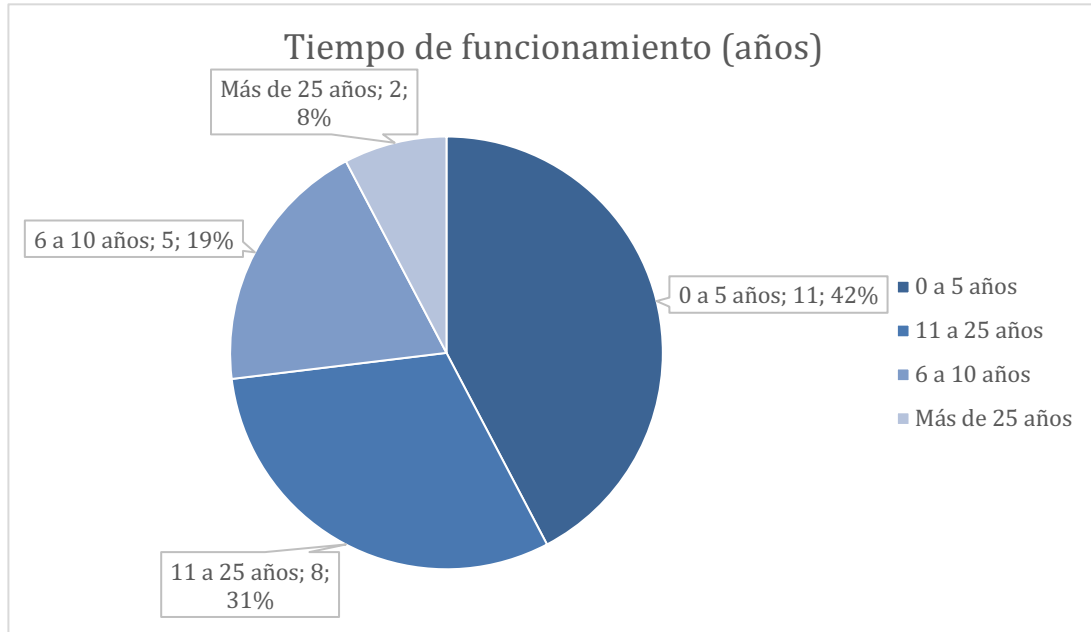


Nota: Elaboración propia

El gráfico muestra la distribución de especialidades internacionales entre los restaurantes encuestados, de los 26 establecimientos, solo 5 ofrecen cocina internacional, y dentro de este grupo, la especialidad italiana es la más común, representando el 40%. Las otras especialidades como la española, asiática y mediterránea, tienen una presencia igualitaria del 20% cada una. Esta diversidad dentro del segmento internacional indica una oferta gastronómica variada para el turismo, aunque con una clara preferencia por la cocina italiana como referente internacional más presente en esta zona del centro histórico.

Figura 8

Tiempo de funcionamiento en años

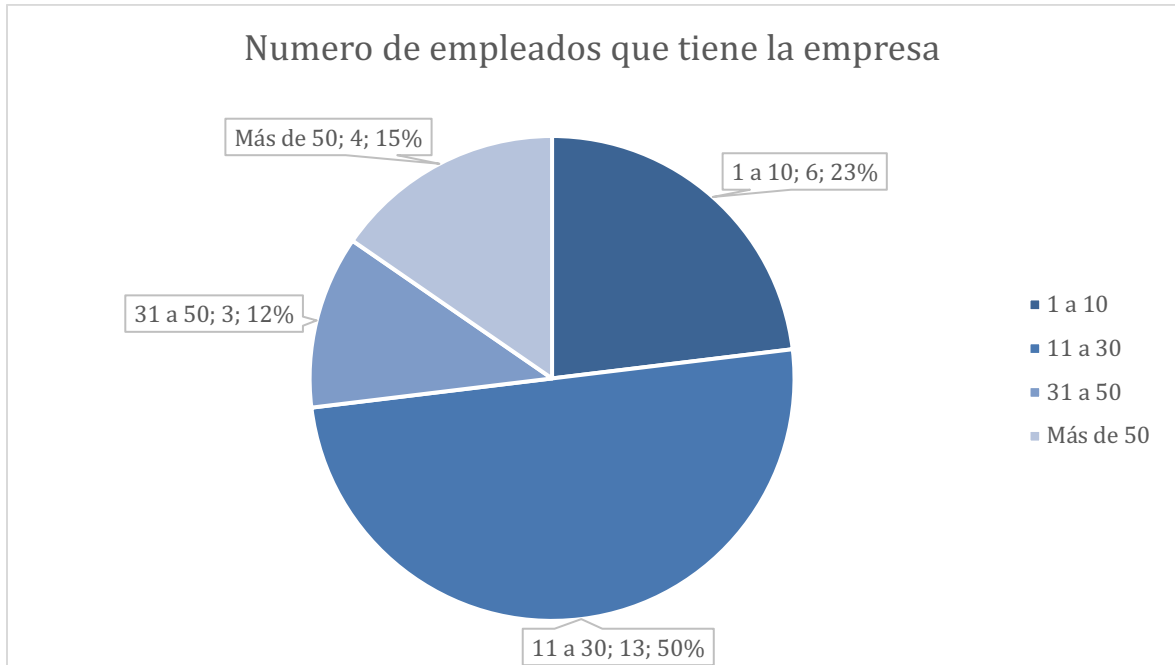


Nota: Elaboración propia

La mayoría de los establecimientos encuestados, un 42%, tiene entre 0 y 5 años de operación, lo que refleja una reciente de apertura de negocios en esta área. Le sigue un 31% de locales con 11 a 25 años, lo que indica cierta estabilidad y trayectoria empresarial de esos 8 establecimientos. Un 19% que equivale a 5 establecimientos lleva entre 6 y 10 años, mientras que solo 2 establecimientos supera los 25 años de funcionamiento. Estos datos evidencian una mezcla entre emprendimientos nuevos y otros con experiencia, pero con un claro predominio de negocios jóvenes.

Figura 9

Número de empleados que tiene la empresa.

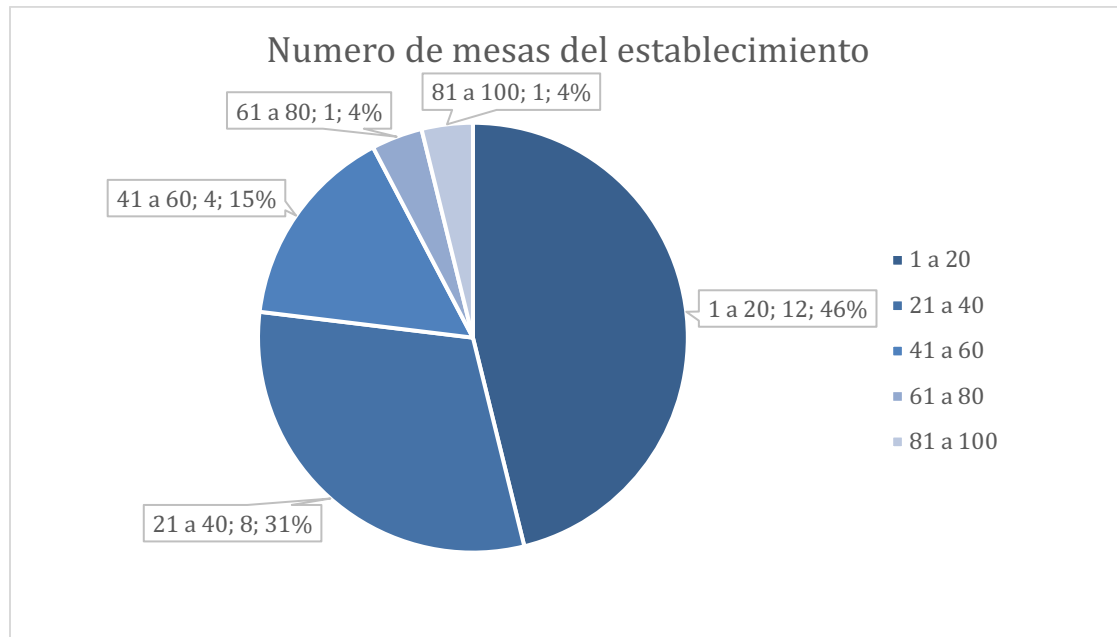


Nota: Elaboración Propia

Se evidencia que 13 de los establecimientos que equivale al 50%, cuentan con entre 11 y 30 empleados, lo que sugiere una fuerte presencia de empresas de tamaño mediano, le siguen 6 establecimientos (23%) con 1 a 10 empleados, lo que refleja negocios pequeños, donde tienen poco flujo de clientes o capacidad instalada reducida. Por otro lado, 4 establecimientos (15%) tienen más de 50 empleados, y 3 establecimientos que equivale al 12% tienen entre 31 y 50, lo que indica que también hay una presencia importante de empresas grandes, posiblemente restaurantes de alta capacidad.

Figura 10

Numero de mesas del establecimiento.



Nota: Elaboración Propia

La mayoría de los locales, 12 establecimientos (46%), tienen entre 1 y 20 mesas, lo que indica una predominancia de negocios pequeños, posiblemente enfocados en atención personalizada o espacios reducidos. Le siguen 8 establecimientos (31%) con entre 21 y 40 mesas, lo que representa una proporción significativa de locales de tamaño medio. Solo 4 establecimientos (15%) cuentan con 41 a 60 mesas, mientras que los negocios con mayor capacidad son minoría: 1 establecimiento (4%) tiene entre 61 y 80 mesas, y otro (4%) entre 81 y 100 mesas.

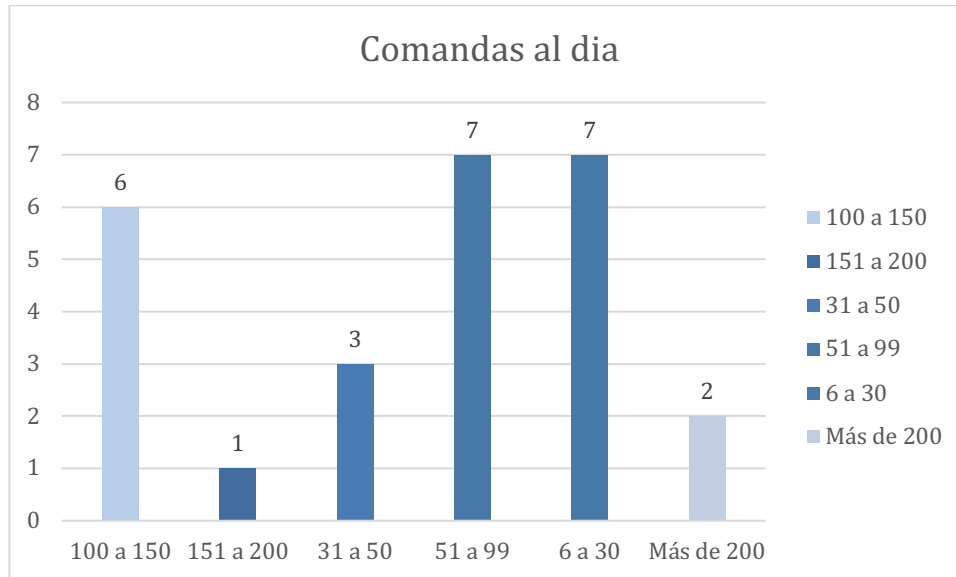
RELACIÓN ENTRE NÚMERO DE MESAS Y NÚMERO DE EMPLEADOS.

Tenemos que 12 de los establecimientos que equivale al 46% de los encuestados, tienen entre 1 y 20 mesas, lo cual coincide con la presencia de empresas pequeñas o medianas en cuanto a capacidad operativa, tal como se refleja en la gráfica anterior de número de empleados, donde 6 establecimientos (23%) tienen entre 1 y 10 empleados. Asimismo, 8 establecimientos (31%) cuentan con 21 a 40 mesas, lo cual se alinea con aquellos negocios que tienen 11 a 30 empleados (50%), indicando un tamaño mediano consistente tanto en infraestructura como en personal.

En menor medida, 4 establecimientos (15%) tienen entre 41 y 60 mesas, y solo 1 establecimiento (4%) se ubica en las categorías de 61 a 80 y 81 a 100 mesas, lo que sugiere operaciones a gran escala, en concordancia con el 15% de negocios que tienen más de 50 empleados. Esta relación entre capacidad de atención (mesas) y cantidad de personal refleja una estructura coherente: los establecimientos con mayor número de mesas tienden a emplear más personal, y viceversa, destacando un equilibrio general en la capacidad operativa de los restaurantes de la zona.

Figura 11

Comandas generadas por día.



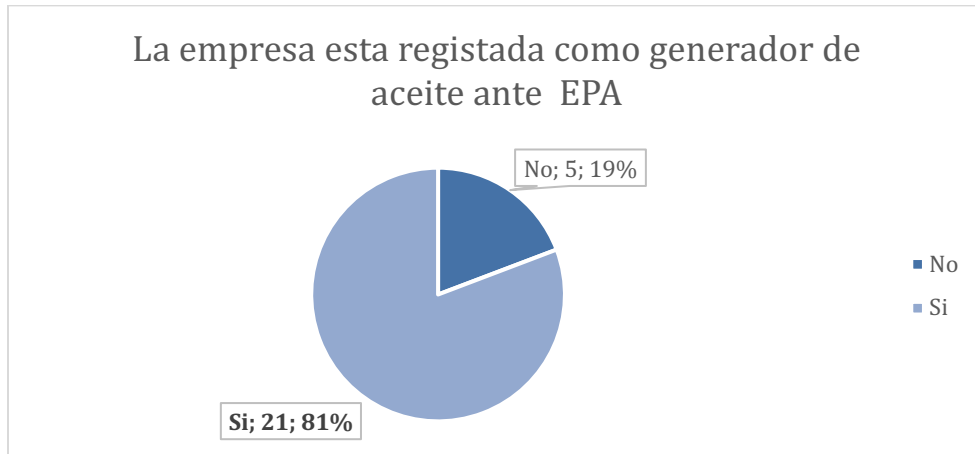
Nota: Elaboración propia.

Se observa que la mayoría de los negocios se concentran en rangos bajos y medios de operación: 7 establecimientos (27%) reciben entre 6 y 30 comandas al día, y otros 7 (27%) manejan entre 51 y 99 comandas, lo que representa una distribución relativamente equilibrada entre volúmenes bajos y medios de servicio diario.

Por otro lado, 6 establecimientos (23%) reportan entre 100 y 150 comandas, lo que indica un nivel alto de actividad en ciertos locales. En contraste, solo 1 establecimiento (4%) atiende entre 151 y 200 comandas, y 2 locales (8%) superan las 200 comandas diarias, lo que los posiciona como puntos de alta demanda. Finalmente, 3 establecimientos (11%) manejan entre 31 y 50 comandas.

Figura 12

Registro ante la autoridad ambiental como generador de aceite de cocina usado.

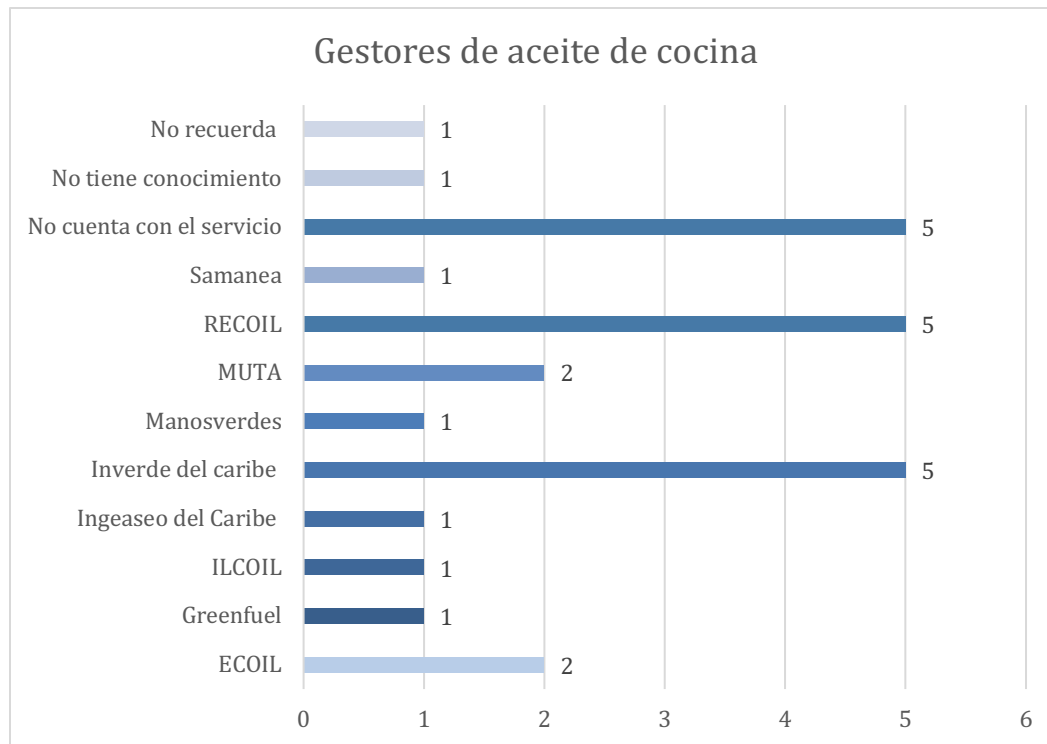


Nota: Elaboración propia.

Dentro de los 26 establecimientos encuestados en la zona crítica del centro de Cartagena, 21 restaurantes (81%) están registrados como generadores de aceite ante la EPA, mientras que 5 establecimientos (19%) no lo están. Esto evidencia un alto nivel de cumplimiento en este término de las normativas ambientales por parte del sector HORECA en esta zona, aunque aún persiste una fracción que necesita regularizar su situación para garantizar una gestión adecuada de residuos.

Figura 13

Gestores de aceite de cocina.



Nota: Elaboración propia

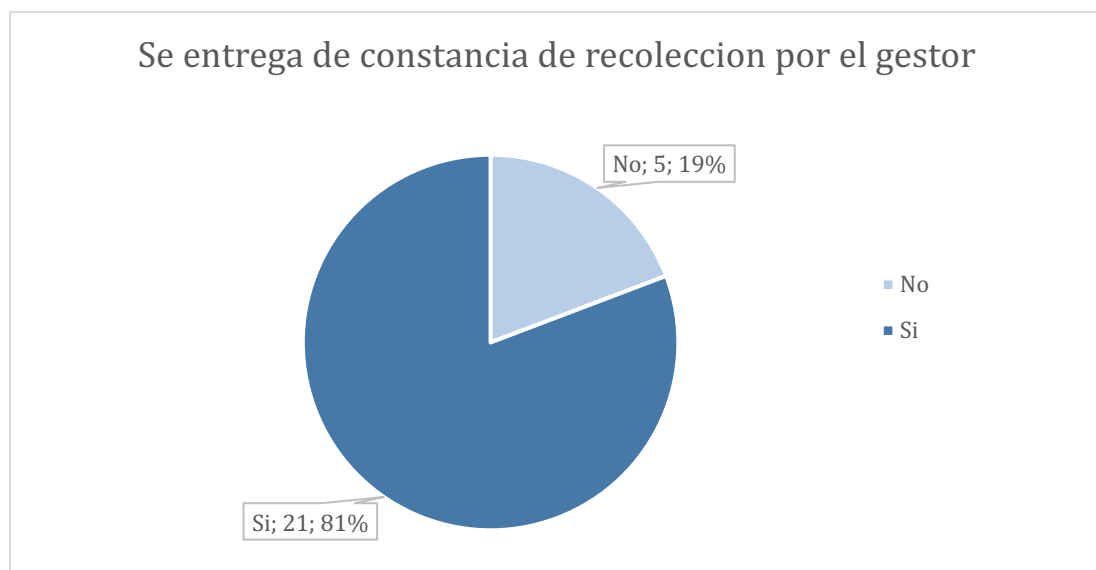
Primeramente, se evidencia que dentro de los 26 establecimientos que fueron evaluados, existe una igualdad de entre tres categorías de 19% cada uno, donde 5 establecimientos cuentan con el servicio de recolección de aceite de cocina usado de la empresa INVERDE DEL CARIBE, otros 5 cuentan con el servicio de la empresa RECOIL, y los 5 establecimientos no cuenta con el servicio de recolección de aceite de cocina usado, lo que evidencia que, aunque una parte significativa cuenta con servicios formales de gestión de aceite, otra proporción equivalente aun no lo tiene implementado,

por lo tanto causa un incumplimiento de la normativa que exige que los establecimientos cuenten con este servicio.

Por otro lado, tenemos empresas como MUTA y ECOIL que un 8% y 7% (con 2 cada uno) de los establecimientos cuentan con su servicio de recolección de aceite. Varias empresas más como Greenfuel, Ilcoil, Ingeaseo del Caribe, Manos verdes y Samanea con un solo establecimiento cada uno contando con un 4% cada empresa. Dos establecimientos reportaron que no recuerdan o que no tiene conocimiento sobre la empresa que le recolecta los ACU.

Figura 14

Constancia de recolección por el gestor.

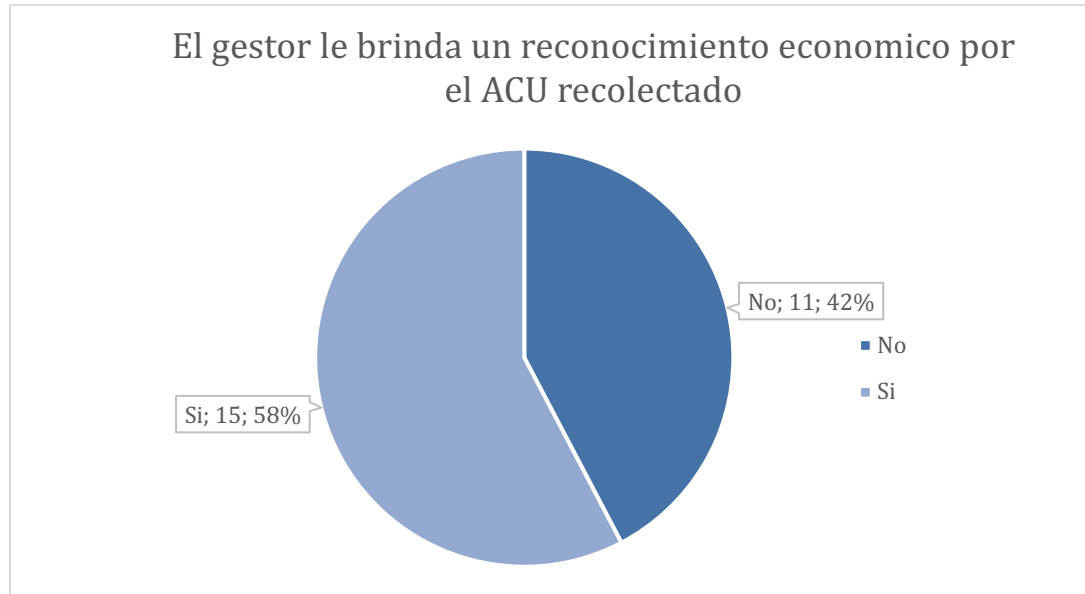


Nota: Elaboración propia

El gráfico muestra que 21 de los 26 establecimientos encuestados (81%) afirman que el gestor de aceite de cocina sí entrega constancia de recolección, mientras que 5 establecimientos (19%) indican que no reciben dicho comprobante. Esta alta proporción de entrega de constancias sugiere un nivel significativo de formalización en el proceso de recolección, lo cual es positivo en términos de cumplimiento normativo y trazabilidad ambiental. No obstante, el 19% que no recibe constancia representa una oportunidad de mejora para asegurar que todas las operaciones cuenten con respaldo documental adecuado.

Figura 15

Reconocimiento económico por el ACU recolectado por parte del gestor.



Nota: Elaboración propia

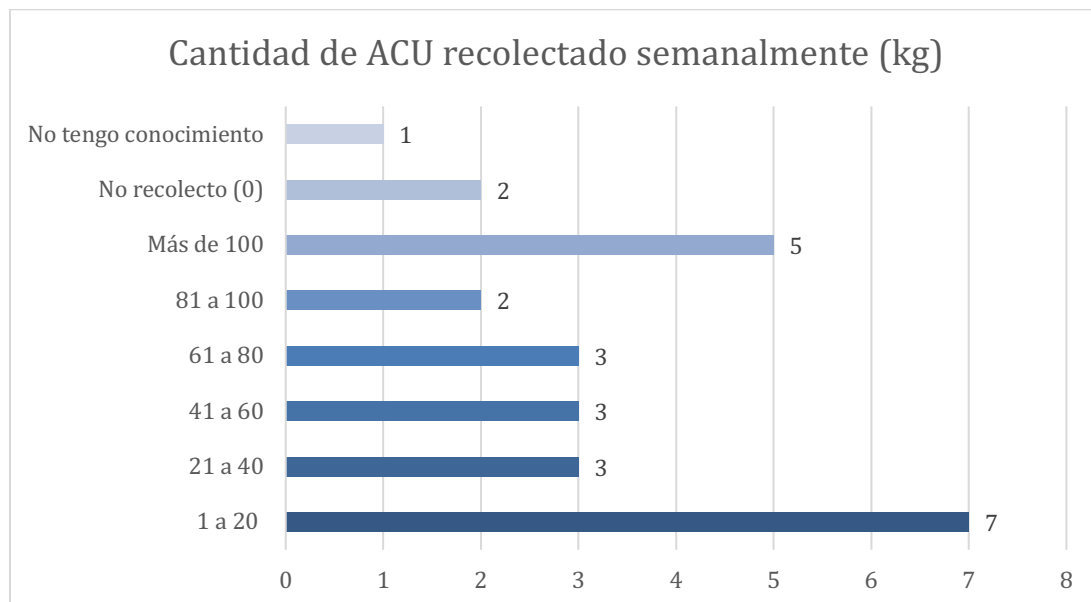
La mayoría de los establecimientos (58%) reciben un reconocimiento económico por parte del gestor encargado de recolectar el aceite de cocina usado (ACU).

Específicamente, 15 de los 26 establecimientos encuestados indicaron que sí reciben algún tipo de compensación económica por el ACU entregado.

Por otro lado, el 42% restante (11 establecimientos) señaló que no recibe ningún beneficio económico a cambio del ACU recolectado. Se evidencia que existe un incentivo económico para más de la mitad de los negocios, lo cual fomenta las prácticas responsables de disposición del aceite usado. Sin embargo, también evidencia que una parte significativa aún no obtiene retribución alguna, lo que algunas empresas que les brinda el servicio reciben únicamente los ACU como donación. Estas diferencias podrían estar relacionadas con el tipo de gestor contratado o la cantidad recolectada.

Figura 16

Cantidad de ACU en kilogramos recolectado semanalmente.

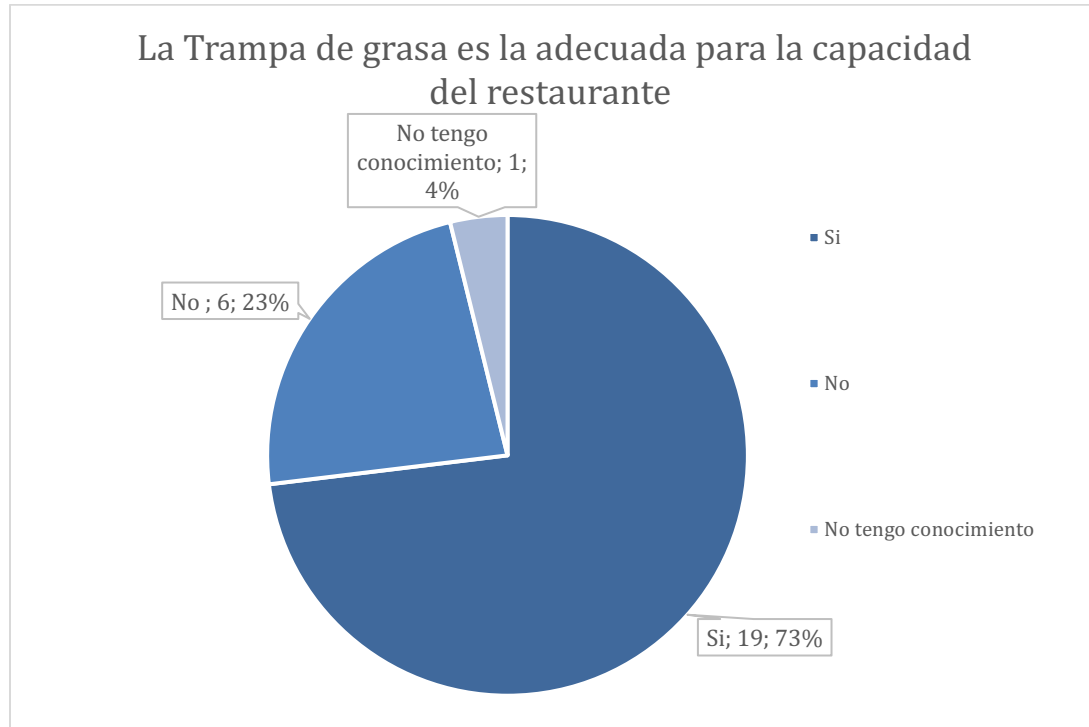


Nota: Elaboración propia

La mayoría de los establecimientos (7 de 26) recolectan entre 1 a 20 kg de aceite de cocina usado (ACU) semanalmente, lo que representa una proporción significativa. Le siguen los rangos de 21 a 60 kg y 61 a 80 kg, con 3 establecimientos cada uno. Por otro lado, 5 locales reportan recolección superior a 100 kg por semana, lo cual evidencia una actividad más intensiva en generación de ACU. Además, 2 establecimientos no recolectan aceite, y 1 no tiene conocimiento sobre el tema. Estos datos reflejan una diversidad en la generación de ACU, donde predominan pequeños y medianos volúmenes, pero con una fracción considerable que produce grandes cantidades y requiere atención prioritaria para su adecuada gestión.

Figura 17

Trampa de grasa es adecuada para la capacidad del establecimiento.



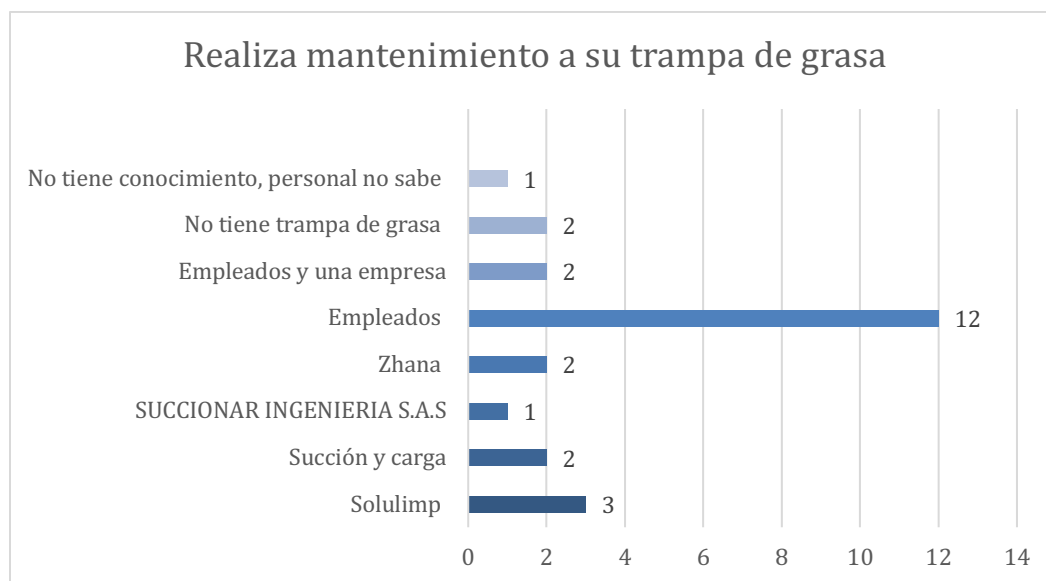
Nota: Elaboración propia

La gran mayoría de los encuestados, 19 de 26 (73%), por medida observacional se afirma que sí cuentan con una trampa de grasa adecuada, lo cual es un indicador positivo en términos de cumplimiento con las buenas prácticas de manejo de residuos grasos y de aguas residuales. Por otro lado, 6 establecimientos (23%) se considera que la trampa no es adecuada para su capacidad operativa, lo que podría indicar problemas de dimensionamiento.

Finalmente, 1 establecimiento (4%) indicó que no tiene conocimiento al respecto, lo que sugiere falta de información técnica o desinterés en la infraestructura asociada al manejo de grasas en la cocina. Este panorama evidencia que, si bien hay una mayoría con condiciones adecuadas, todavía existe un porcentaje importante que requiere atención o asesoría técnica para asegurar una gestión eficiente y conforme a normativas.

Figura 18

Realización de mantenimiento de trampas de grasa.



Nota: Elaboración propia

La mayoría (12 establecimientos, equivalente al 46%) indicó que son los propios empleados quienes realizan esta labor, lo que sugiere una tendencia a manejar internamente esta tarea, posiblemente para reducir costos. Sin embargo, esto requiere que el personal esté adecuadamente capacitado para asegurar una limpieza eficiente y conforme a normativas.

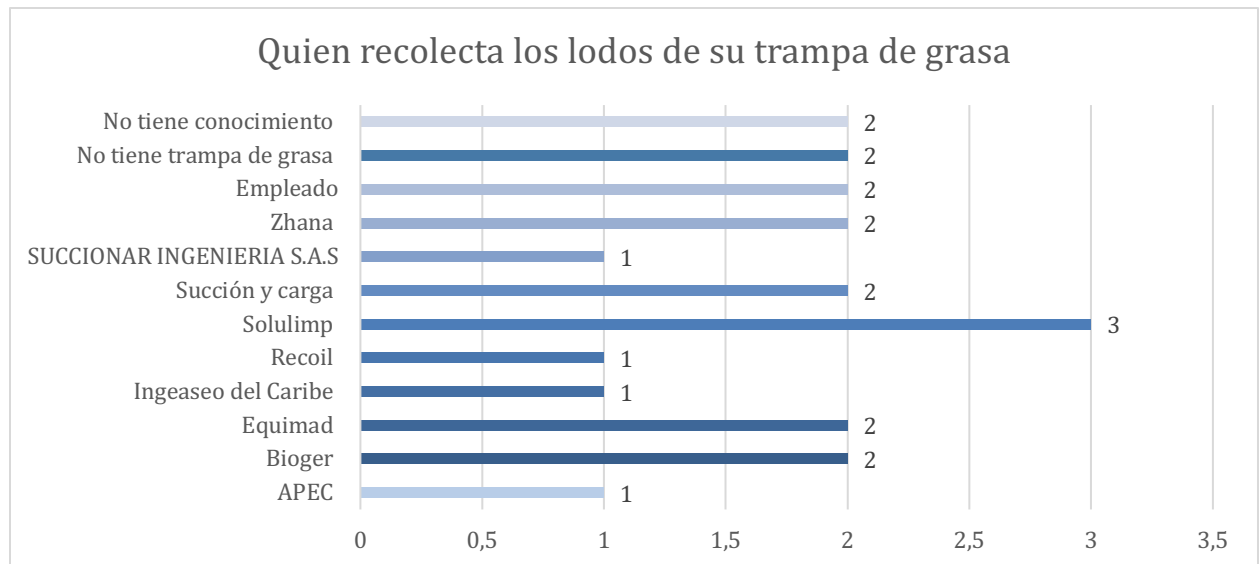
Solulimp fue mencionada por 3 establecimientos (11%), mostrando una preferencia por este proveedor especializado. Zhana y aquellos que combinan empleados con una empresa fueron reportados por 2 establecimientos cada uno (8% respectivamente), al igual que quienes utilizan servicios genéricos de succión y carga (2 respuestas, 7%).

Otras empresas mencionadas incluyen SUCCIONAR INGENIERÍA S.A.S con 1 mención (4%) y Bioger S.A.S también con 1 mención (4%), lo cual indica una menor representación de estas firmas en la muestra.

Por otra parte, 2 establecimientos (8%) indicaron que no cuentan con trampa de grasa, lo que podría representar una deficiencia en infraestructura sanitaria. Finalmente, 1 establecimiento (4%) afirmó que no tiene conocimiento sobre quién realiza el mantenimiento.

Figura 19

Empresa que recolecta los lodos de trampa de grasas.



Nota: Elaboración propia

La opción más recurrente fue “No tiene”, con 5 respuestas (22%), lo que indica que una parte significativa de los locales no dispone de un sistema para esta labor o no lo realiza. Esto representa un potencial riesgo ambiental y de cumplimiento normativo.

En segundo lugar, Solulimp fue mencionada por 3 establecimientos (13%), lo que evidencia que algunos locales optan por subcontratar a empresas especializadas para esta actividad, tal como lo indican las normativas.

Existe una minoría de establecimientos que no tiene conocimiento de quien les presta el servicio de recolección de lodos y que no tienen trampa de grasa, con 2 restaurantes cada uno, dando una leve preocupación por el incumplimiento de normas y la disposición final que se les da a este residuo es directo al desagüe o a la basura. Otros 2

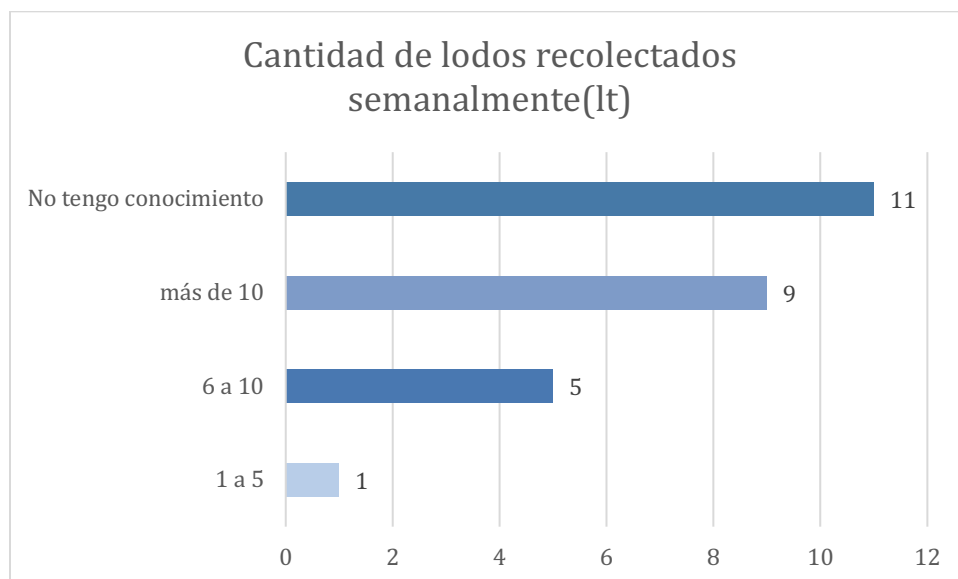
establecimientos (9%) que los propios empleados son los que se encargan de recolectar los desechos grasos y son depositados en los cestos de los demás residuos de basura.

Otro 9% cuenta con empresas como zhana que les brinda el servicio completo de recolección y mantenimiento de trampas de grasa y también Succionar Ingenieria S.A.S, Succion y carga y solulimp que cuentan con 1 establecimiento cada uno.

Empresas como equimad y bioger brindan el servicio de recolección y cuentan con 2 establecimientos cada uno dentro de la zona critica establecida. Tambien podemos ver otras empresas como Recoil, Ingeaseo del Caribe, APEC, también tienen cubrimiento dentro de la zona con un establecimiento cada una contando con un 4% de los evaluados.

Figura 20

Cantidad de lodos recolectados semanalmente.



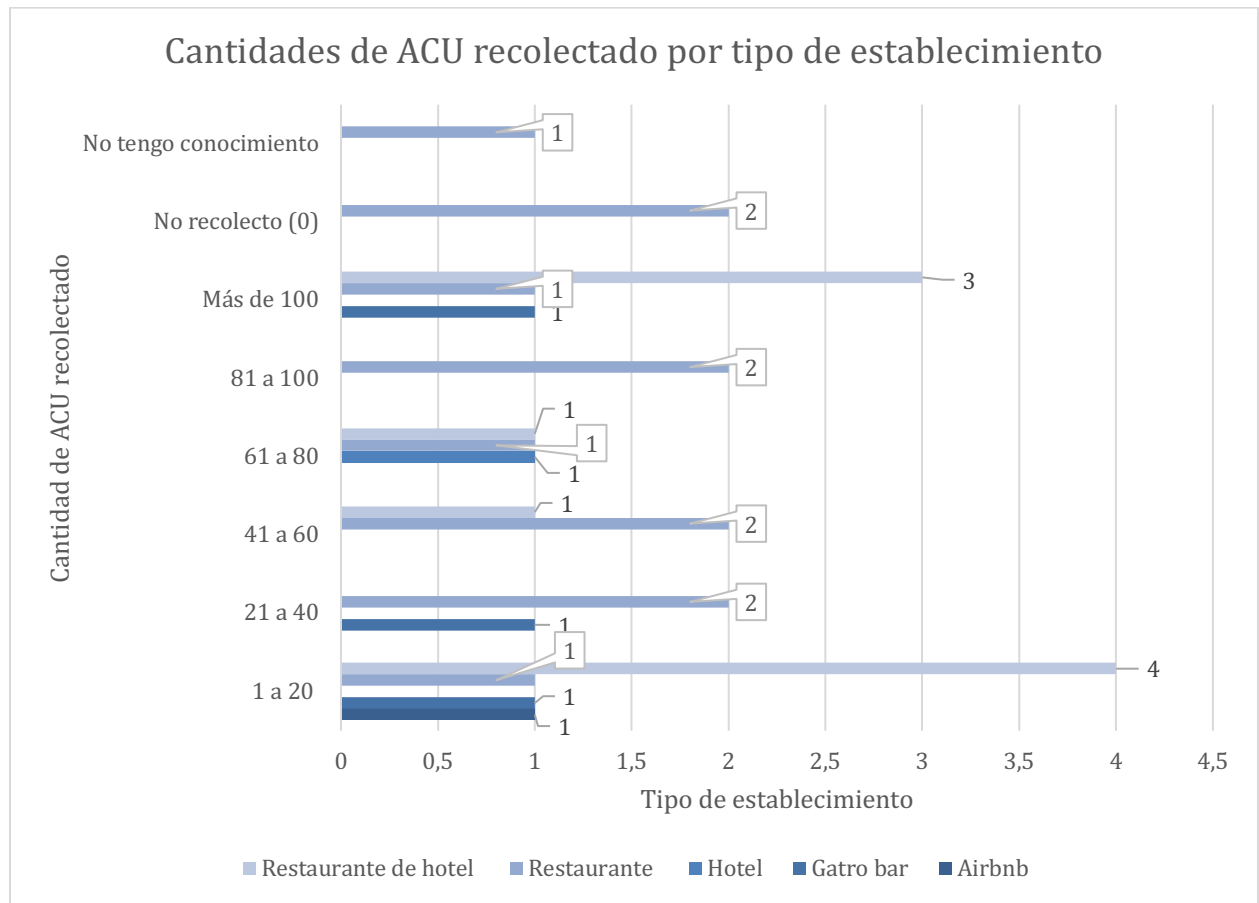
Nota: Elaboración propia

El 42% equivalente a 11 establecimientos, indicó no tener conocimiento sobre la cantidad de lodos que se retiran semanalmente, esto es preocupante, ya que refleja una falta de seguimiento o control sobre un proceso clave para la gestión ambiental. El 35% (9 establecimientos) reportó que se retiran más de 10 litros de lodo por semana, lo que sugiere una generación significativa de residuos. Seguimos con el 19% (5 establecimientos) señaló una recolección semanal de entre 6 a 10 litros, lo que indica una práctica moderada en la producción del establecimiento y solo el 4% (1 establecimiento) informó que se retiran entre 1 a 5 litros, representando el grupo con menor volumen de extracción registrada.

RELACION DE TIPO DE ESTABLECIMIENTO CON CANTIDAD DE ACU GENERADA SEMANALMENTE.

Figura 21

Tipo de establecimiento y generación de ACU semanalmente



Nota: Elaboración propia

Los resultados permiten observar que los establecimientos clasificados como restaurantes de hotel son los principales generadores de ACU, con una alta frecuencia de recolección en varios rangos. Estos establecimientos destacan particularmente en los

extremos: 4 restaurantes de hotel recolectan entre 1 y 20 kg por semana, mientras que otros 3 no recolectan nada y 2 más declaran no tener conocimiento sobre el tema, lo que evidencia una polarización significativa entre quienes implementan prácticas de recolección y quienes aún no han integrado esta gestión a su operación. También se evidencia que un restaurante de hotel supera los 100 kg semanales, lo que lo convierte en el establecimiento con mayor volumen individual registrado.

En segundo lugar, los restaurantes independientes también presentan una participación importante, aunque más homogénea. Estos establecimientos se distribuyen mayormente en rangos intermedios: uno en cada categoría entre 1 a 20 kg, 21 a 40 kg, 41 a 60 kg, y más de 100 kg, lo que indica una presencia consistente en distintas escalas de generación. Esto sugiere que, si bien su volumen es menor que el de los restaurantes de hotel en casos puntuales, su participación está más diversificada y generalizada.

En cuanto a los hoteles, se observa una menor presencia en los rangos altos de recolección. Se destaca la presencia de un hotel en el rango de más de 100 kg, y otro en el de 61 a 80 kg, lo que indica que si bien no todos los hoteles son generadores significativos, algunos sí alcanzan volúmenes relevantes dependiendo de su tamaño y operación interna.

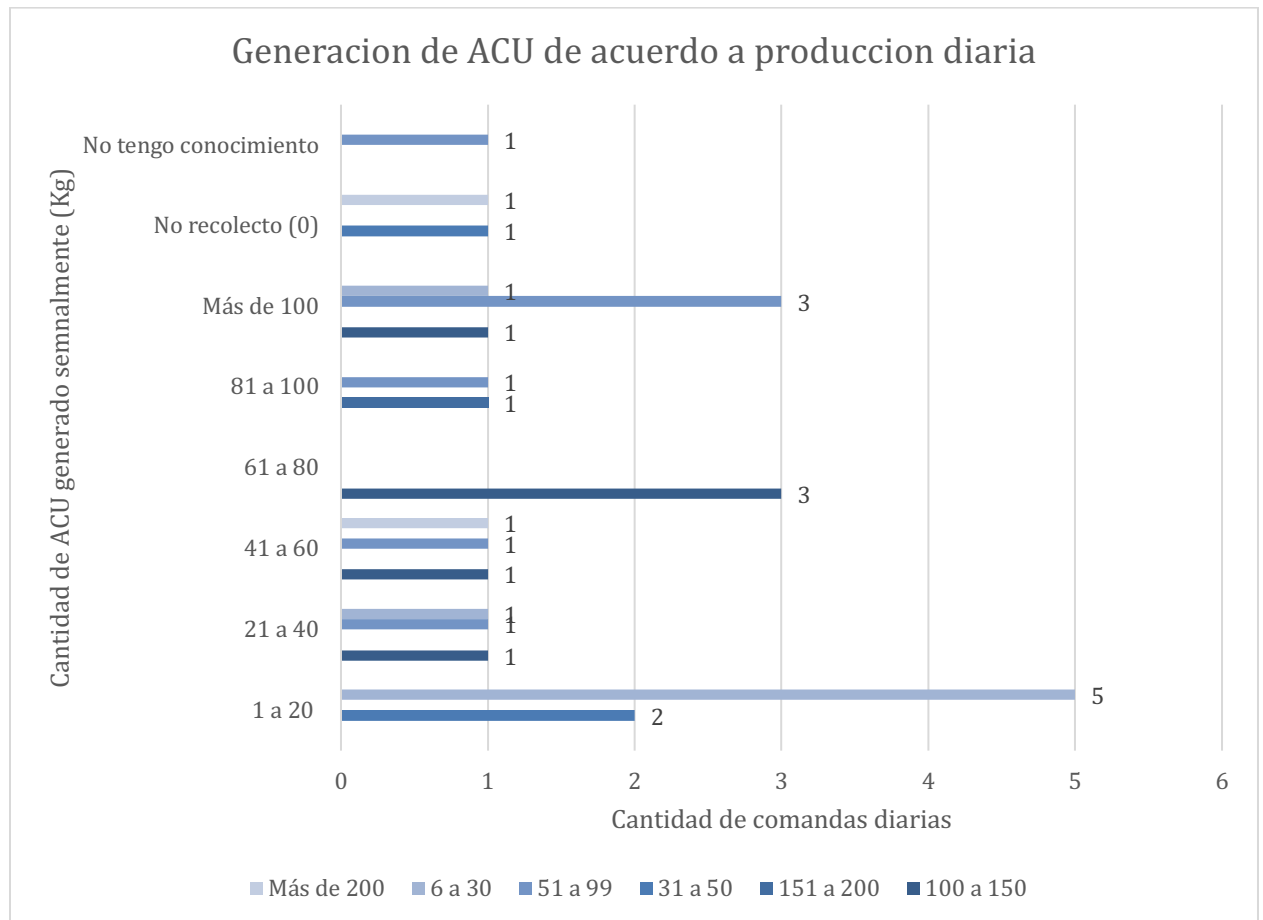
Los gastrobares aparecen representados en varios rangos bajos e intermedios (1 a 20 kg, 21 a 40 kg, 41 a 60 kg, y 61 a 80 kg, con un establecimiento en cada uno), lo que sugiere una producción más moderada pero constante de ACU. Este comportamiento puede deberse a que su actividad principal no se basa en frituras extensas, sino en una oferta culinaria más especializada o de menor volumen.

Finalmente, los establecimientos tipo Airbnb reportan un nivel mínimo de generación de ACU, con un único caso en el rango de 1 a 20 kg. Esto es esperable dado que este tipo de alojamiento generalmente no incluye un servicio de cocina continua como parte de su operación, y el consumo de aceite tiende a ser doméstico y ocasional.

RELACION ENTRE LA GENERACION DE ACU Y CANTIDAD DE COMANDAS DIARIAS

Figura 22

Generación de ACU de acuerdo a la producción diaria.



Nota: Elaboración propia

La información muestra una tendencia clara: a medida que aumenta la cantidad de comandas diarias, también se incrementa la cantidad de ACU generado semanalmente. Esto es particularmente evidente en los establecimientos que procesan más de 200

comandas diarias, los cuales reportan niveles de generación de ACU en los rangos más bajos (1 a 20 kg), pero también en el rango más alto (más de 100 kg), lo que indica una posible heterogeneidad en los tipos de preparación (por ejemplo, uso intensivo o limitado de frituras). Este grupo también presenta el número más alto de establecimientos que no recolectan o no conocen la cantidad generada, lo que podría deberse a una falta de control interno o subcontratación del proceso de disposición.

El grupo de establecimientos que atiende entre 100 y 150 comandas diarias muestra una concentración importante en el rango de 61 a 80 kg de ACU generado semanalmente (3 casos). Esto sugiere que existe una correlación operativa entre el nivel de producción medio-alto y la generación sostenida de residuos grasos, lo cual puede ser resultado del uso intensivo de procesos de fritura o cocción con aceite vegetal.

Por otro lado, los establecimientos con una producción de 51 a 99 y 31 a 50 comandas diarias presentan una distribución más dispersa, con al menos un caso en cada rango desde 1 a 20 kg hasta 81 a 100 kg, lo cual evidencia diferencias en los hábitos de consumo de aceite, posiblemente asociadas a la especialidad del menú, el volumen de preparación por comanda, o el uso de herramientas de control como termómetros y sistemas de filtrado.

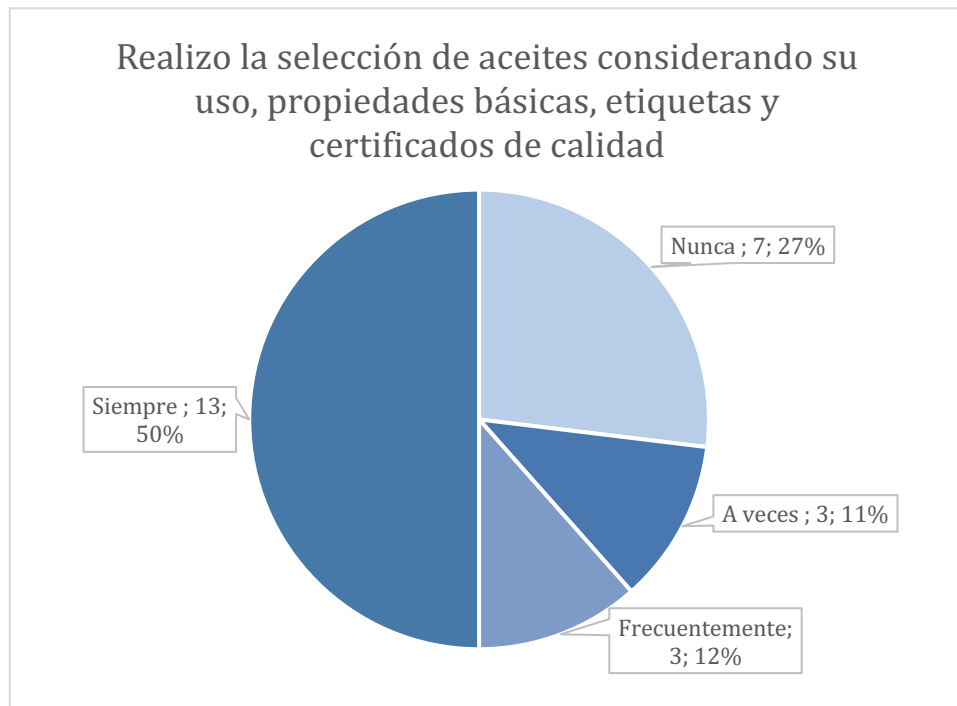
Los establecimientos que reportan entre 6 y 30 comandas diarias aparecen en los rangos más bajos de generación (21 a 40 kg y 41 a 60 kg), lo cual es coherente con una producción limitada y una menor generación de residuos grasos. Por último, solo un

establecimiento del grupo de más de 200 comandas aparece en el rango de más de 100 kg, destacándose como un posible gran generador.

9.2 BLOQUE 2: INSTRUMENTO

Figura 23

Selección de aceites

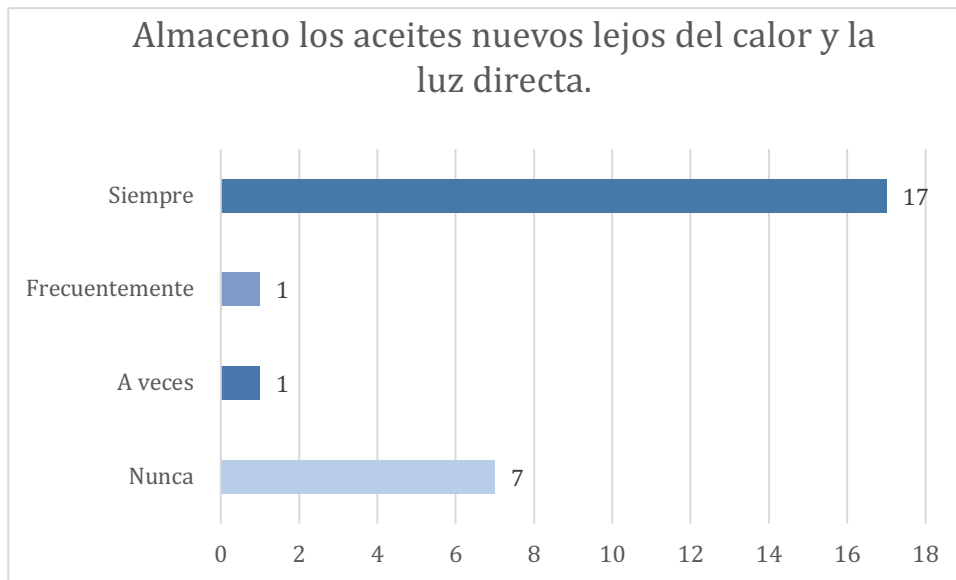


Nota: Elaboración propia

Aquí se reflejan los hábitos de los establecimientos gastronómicos en relación con la elección responsable de aceites. El 50% de los establecimientos indicó que siempre aplica estos criterios, lo cual demuestra un compromiso con la calidad, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Sin embargo, un 27% nunca los considera, lo que evidencia una falta importante de control y conocimiento técnico en una parte significativa del sector. Por otro lado, un 12% lo hace frecuentemente y un 11% a veces, lo que indica que cerca del 40% de los establecimientos tiene prácticas inconsistentes o inadecuadas en este aspecto.

Figura 24

Almacenamiento de aceites nuevos.

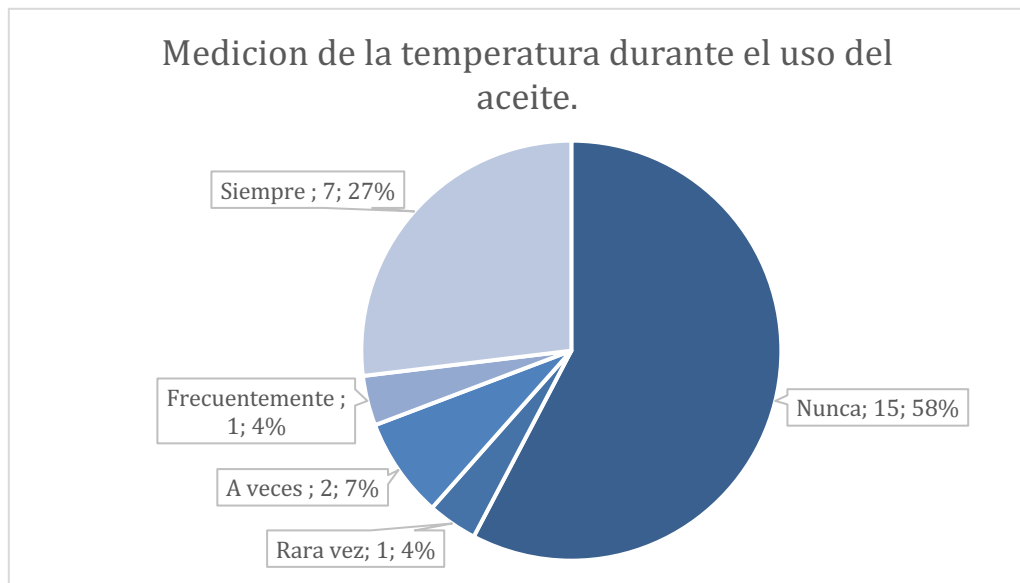


Nota: Elaboración propia

Según los resultados, el 65% de los establecimientos (17 en total) manifestó que siempre almacena los aceites nuevos en condiciones apropiadas, alejados del calor y la luz directa, lo que representa un cumplimiento adecuado con la normativa vigente. Sin embargo, un 27% (7 establecimientos) dentro de lo que se pudo observar se evidencia que nunca realiza este tipo de almacenamiento adecuadamente, lo que constituye una falta frente a lo estipulado en dichas normas. El 8% restante (2 establecimientos) lo hace solo frecuentemente o a veces, evidenciando prácticas inconsistentes.

Figura 25

Medición de temperatura durante su uso.

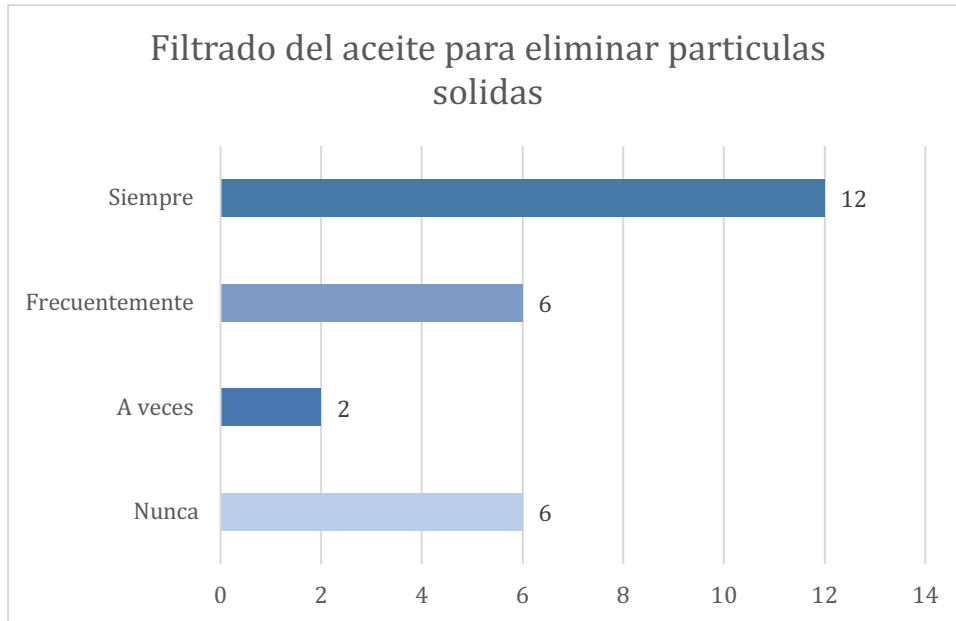


Nota: Elaboración propia.

Dentro de las prácticas de los establecimientos gastronómicos en relación con el control de temperatura del aceite que es una medida clave para prolongar su vida útil y mantener la calidad e inocuidad de los alimentos. Tenemos que, el 58% de los establecimientos (15 en total) nunca mide la temperatura durante el uso del aceite y que además no cuentan con el instrumento de medición de temperatura (termómetro), lo cual evidencia una práctica deficiente que puede acelerar la degradación del producto y generar compuestos nocivos. Solo un 27% (7 establecimientos) afirmó que siempre realiza esta medición y cuenta con el instrumento (termómetro) adecuado para este, reflejando un compromiso adecuado con las buenas prácticas de manipulación. El restante 15% se distribuye entre quienes lo hacen frecuentemente (4%), a veces (7%) o rara vez (4%), lo que señala un cumplimiento parcial e inconsistente, que el personal de cocina dentro de su labor olvida u omite este procedimiento.

Figura 26

Filtrado de aceite de cocina



Nota: Elaboración propia.

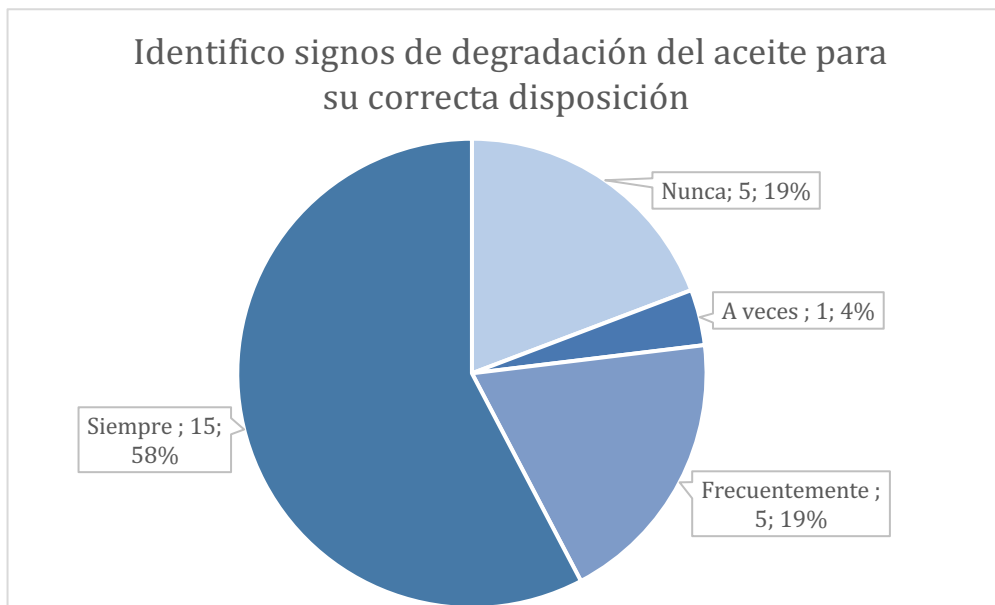
Podemos ver la frecuencia con la que los establecimientos gastronómicos realizan el proceso de filtrado del aceite usado para prolongar su vida útil, mejorar la calidad de los alimentos fritos y reducir la formación de compuestos tóxicos.

De los establecimientos encuestados, el 40% (12 en total) indicó que siempre lleva a cabo el filtrado y en observaciones usan una herramienta (colador), lo cual demuestra un adecuado manejo del aceite durante su reutilización. Sin embargo, un 20% (6 establecimientos) señaló que nunca realiza esta práctica y no manejan ningún tipo de herramienta (colador), lo que representa un riesgo tanto para la calidad del producto final como para la salud del consumidor. Otro 20% (6 establecimientos) realiza el filtrado frecuentemente por causa de olvido u omisión de esta práctica por parte del personal de

cocina, y un 7% (2 establecimientos) lo hace solo a veces, lo cual sugiere una aplicación irregular del procedimiento y no cuenta con el colador adecuado.

Figura 27

Signos de degradación del aceite



Nota: Elaboración propia.

Se refleja el nivel de cumplimiento de los establecimientos gastronómicos con respecto a la detección oportuna del deterioro del aceite, una práctica alineada con las exigencias de la NTS-USNA Sectorial Colombiana (8.7.4.3 y 9.2.2) y la Resolución 0316 de 2018.

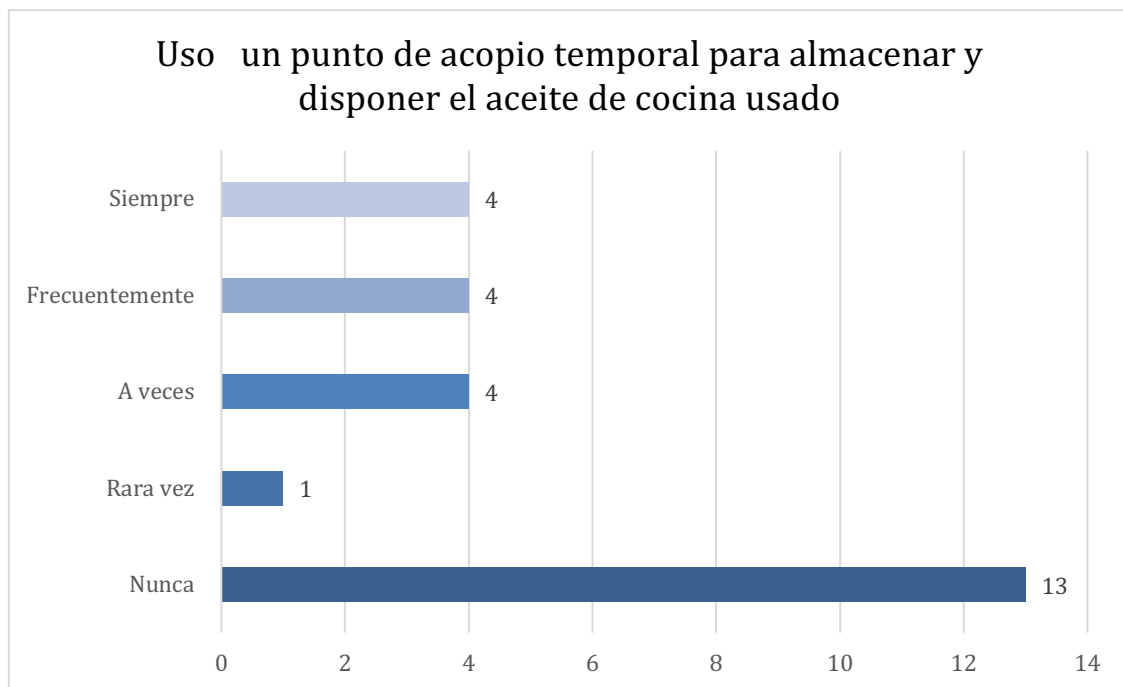
Según los resultados, el 58% (15 establecimientos) indicó que siempre identifica los signos de degradación del aceite por parte del personal de cocina, lo que evidencia un alto grado de compromiso con la inocuidad alimentaria y el manejo responsable del aceite.

Sin embargo, un 19% (5 establecimientos) declaró que nunca realiza esta identificación, y otro 4% (1 establecimiento) lo hace solo a veces, lo cual representa que no tienen muy claro cuáles son los signos de degradación del aceite, haciéndoles preguntas, se pudo observar la falta de conocimiento en esta parte.

Por otro lado, un 19% adicional (5 establecimientos) señaló que frecuentemente lleva presente en qué momento es correcto cambiar el aceite que está en uso, lo que, si bien es positivo, ya que el personal de cocina es consciente de la vida útil del producto.

Figura 28

Uso de centro de acopio temporal para el almacenamiento de los ACU.



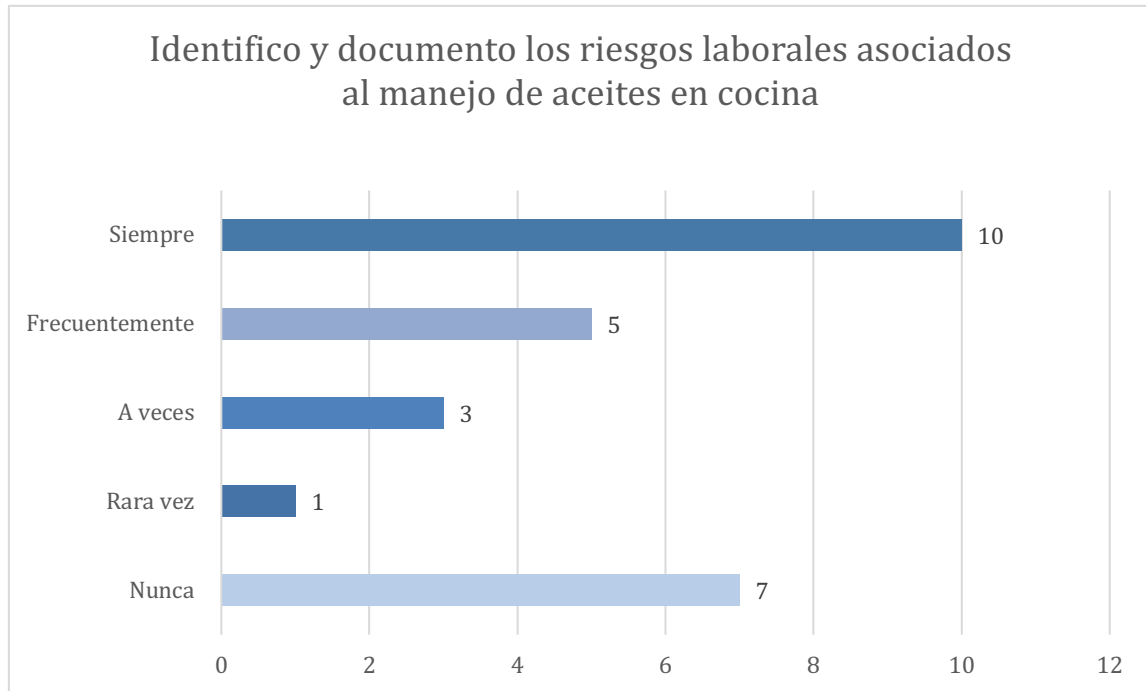
Nota: Elaboración propia.

Dentro de las prácticas de la resolución 0316 de 2018 es importante el uso de un punto de acopio temporal para almacenar y disponer el aceite de cocina usado que contenga los implementos necesarios (contenedores, demarcación, kit de derrame) para su correcto cumplimiento, lo cual se tiene que un 59% (13 establecimientos) tienen un bajo cumplimiento de esta práctica, por lo que no tienen los implementos completos, el punto de acopio no está en el lugar adecuado o no está dispuesto de manera correcta dentro de las instalaciones.

Por otro lado, solo 4 establecimientos (15%) realizan el uso del punto de acopio de manera frecuente, ya que tiene alguno de los puntos inconforme, no están tapados los envases o les falta el etiquetado. Otro 15%, cuentan con muy pocas actividades bien, por lo que a veces hacen uso correctamente del almacenamiento de los ACU. Se evidencia solo 4 de los 26 establecimientos cumplen con esta práctica correctamente, tienen los envases etiquetados, y el lugar es adecuado.

Figura 29

Riesgos laborales asociados al manejo de aceites de cocina.



Nota: Elaboración propia.

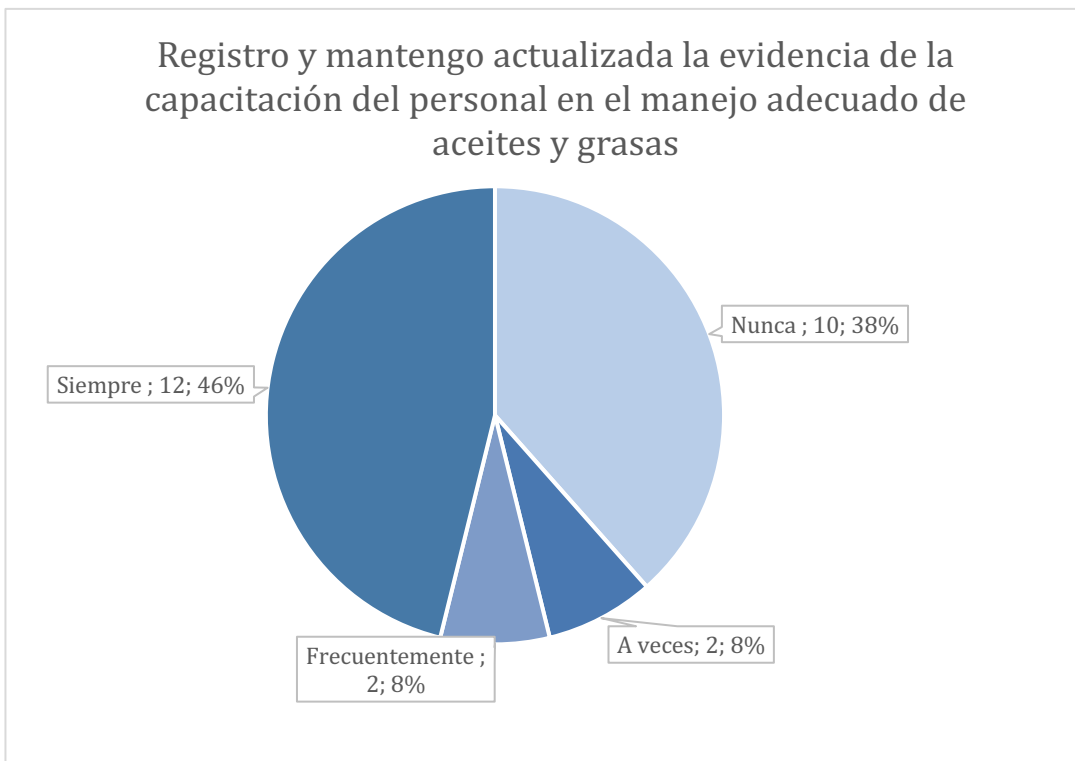
En la parte de identificar y documentar los riesgos laborales asociados al manejo de aceites en cocina, se mide el nivel de cumplimiento frente a lo establecido en el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, normativas que hacen parte del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en Colombia. Estas disposiciones exigen la identificación, evaluación y documentación de los peligros laborales para establecer controles efectivos y proteger la salud de los trabajadores.

Según los resultados, 10 establecimientos (37%) manifiestan cumplir siempre con esta actividad, lo que refleja un compromiso claro con la seguridad en el manejo de aceites, el personal logra identificar riesgos como quemaduras, resbalones, y exposición prolongada a temperaturas elevadas y manifiestan que reciben capacitaciones.

Sin embargo, 7 establecimientos (26%) indicaron que nunca realizan esta identificación y documentación, lo cual se evidencia que el personal no cuenta con el conocimiento de los riesgos que se pueden presentar en la manipulación del aceite, lo que tienen un incumplimiento importante del SG-SST, exponiendo al personal a condiciones laborales peligrosas sin una gestión adecuada del riesgo. Adicionalmente, 5 establecimientos (18%) lo hacen frecuentemente, 3 (11%) a veces y 1 (4%) rara vez, donde expresan que no conocen en su totalidad los riesgos y no llevan una documentación que exprese cada uno de estos.

Figura 30

Evidencia de capacitaciones al personal en manejo adecuado de aceites y grasas.



Nota: Elaboración propia.

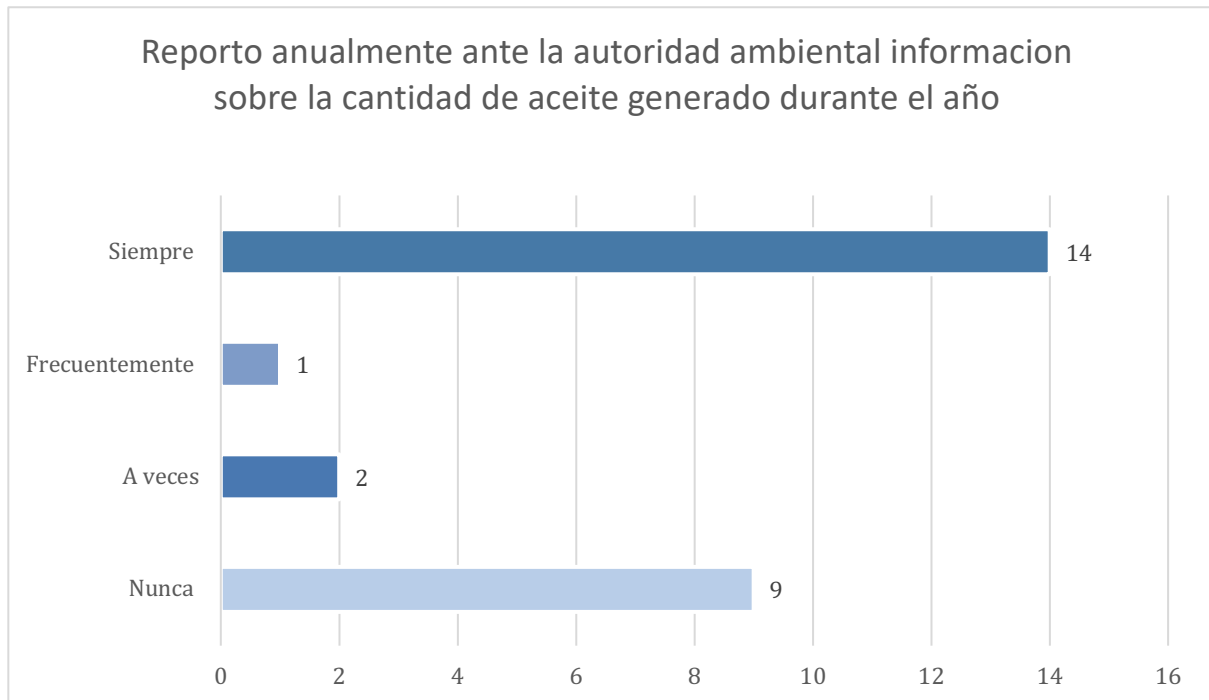
Según los datos, 12 establecimientos (46%) manifiestan cumplir siempre con este requisito, lo cual demuestra un buen nivel de gestión documental y compromiso con las buenas prácticas operativas. Este cumplimiento fortalece la trazabilidad de los procesos y garantiza que el personal cuenta con los conocimientos necesarios para manipular adecuadamente estas sustancias, reduciendo riesgos ambientales y laborales.

No obstante, se observa que 10 establecimientos (38%) nunca registran ni mantienen actualizada esta información, lo que representa una grave omisión ante lo requerido por la normativa. Esta falta de control podría dificultar la verificación del cumplimiento legal en caso de auditorías, además de poner en riesgo la salud de los trabajadores y el ambiente.

Adicionalmente, 2 establecimientos (8%) lo hacen frecuentemente y 2 más (8%) a veces, lo que indica cierta intención de cumplimiento, pero sin la constancia requerida por la norma.

Figura 31

Reporte anual de generación de ACU durante el año ante la autoridad ambiental.

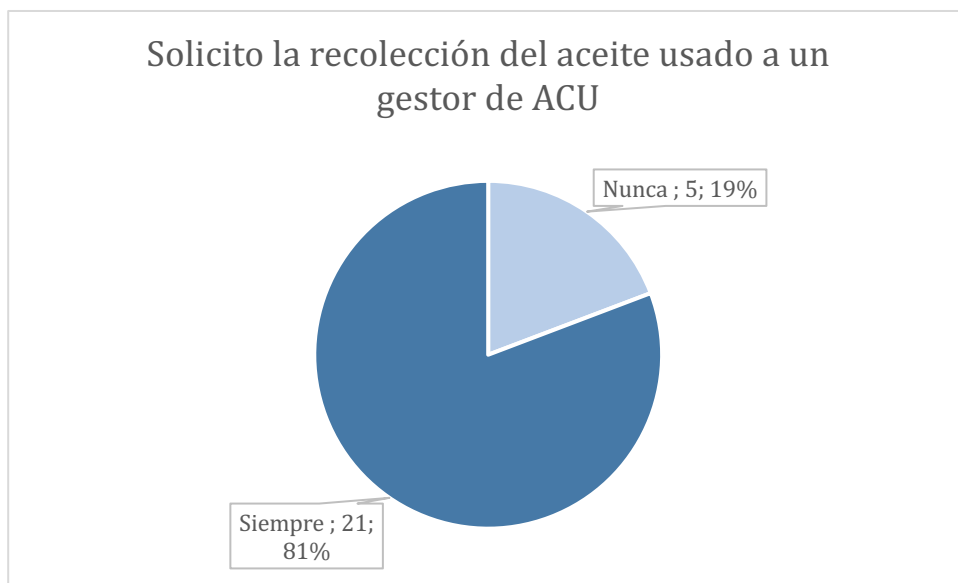


Nota: Elaboración propia.

Dentro de la resolución 0316 de 2018 se establece que cada generador de aceite de cocina usado debe hacer un reporte anual de su generación de ACU de cada mes ante las autoridades ambientales (EPA), lo cual tenemos que un 54% de los establecimientos (14) siempre hacen el reporte anual ante la entidad pública ambiental (EPA).

Figura 32

Solicitud de recolección de ACU a gestores autorizados.

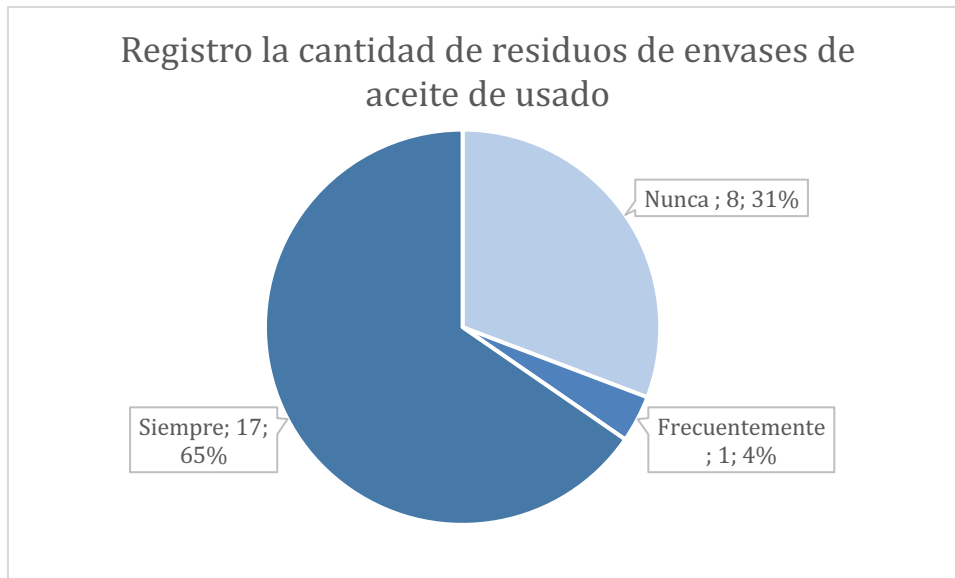


Nota: Elaboración propia.

Se evidencia que una gran mayoría de los establecimientos (81%) manifiesta que siempre solicita la recolección del aceite de cocina usado a un gestor autorizado (ACU) debidamente inscrito ante la autoridad ambiental competente, dando cumplimiento a lo estipulado en la Resolución 0316 de 2018. No obstante, aún persiste un 19% de los establecimientos que nunca realizan esta solicitud, lo que representa un riesgo ambiental y legal, ya que la disposición inadecuada del aceite usado puede derivar en sanciones por parte de las autoridades ambientales y en afectaciones graves al entorno.

Figura 33

Registro de la cantidad de residuos de envases de ACU.



Nota: Elaboración propia.

Se muestra que un 65% de los establecimientos (17 en total) registra de manera constante la cantidad de residuos de envases de aceite usado, cumpliendo así con lo establecido en la Resolución 1407 de 2018, que exige asegurar la trazabilidad de este tipo de residuos posconsumo. Lo cual los establecimientos mantienen el registro de acuerdo a lo recolectado con su gestor.

Por otro lado, se evidencia que un 31% de los establecimientos encuestados no ha llevado nunca un registro sistemático de los envases que han contenido aceite de cocina usado, lo cual representa una falta importante en los procesos de trazabilidad y gestión de residuos.

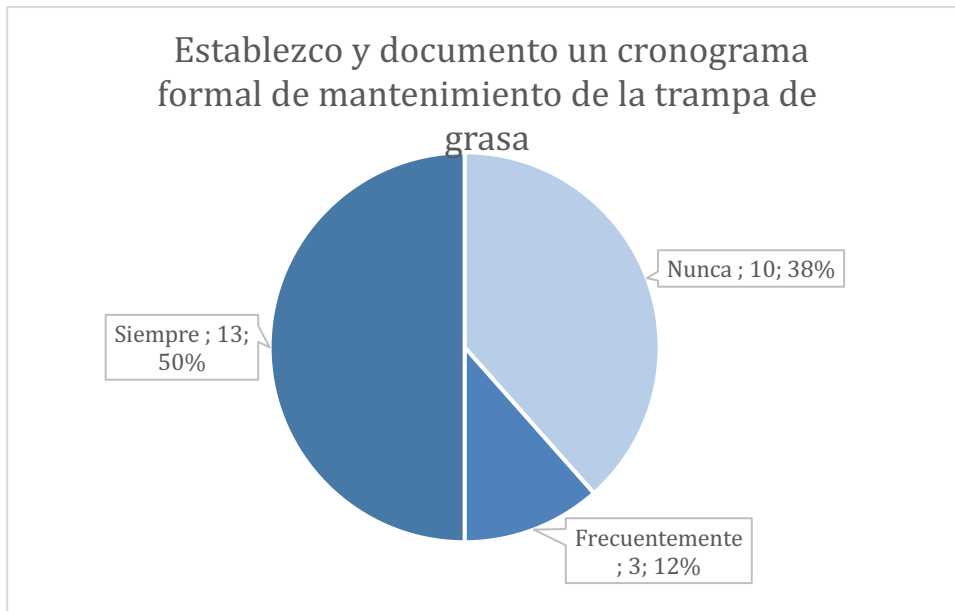
Además, un establecimiento, correspondiente al 4% del total, sí realiza el registro de sus envases de aceite de cocina usado, pero no lo hace de forma continua ni rigurosa.

Según lo manifestado, esta irregularidad se debe principalmente a factores como el olvido

o la ausencia de un sistema automatizado o estructurado que garantice la frecuencia y constancia del registro.

Figura 34

Registro de la cantidad de residuos de envases de ACU.



Nota: Elaboración propia.

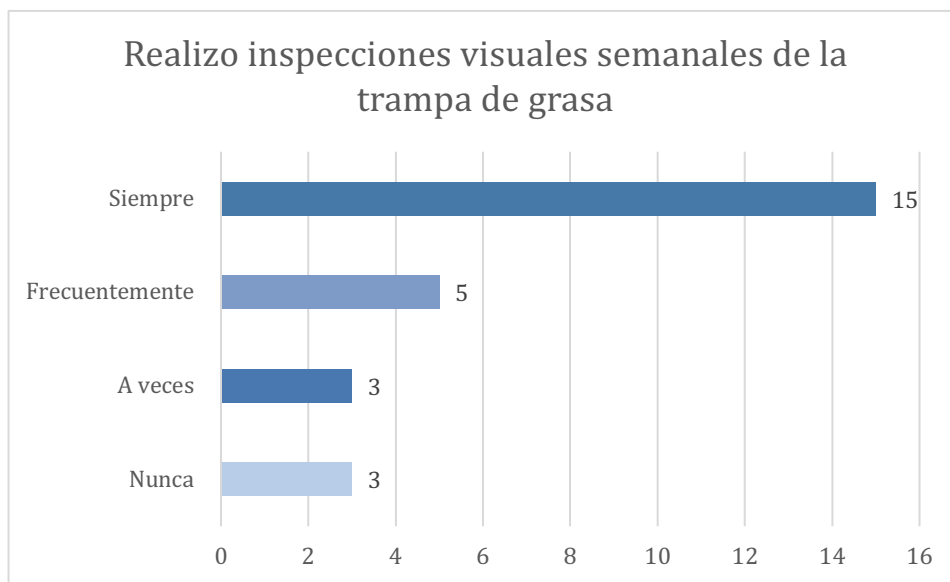
Se evidencia que 13 establecimientos (equivalente al 50% del total encuestado) indican que siempre establecen y documentan formalmente el cronograma de mantenimiento de la trampa de grasa, asignando además responsabilidades específicas para su cumplimiento. Este grupo demuestra un nivel adecuado de organización interna, gestión preventiva y compromiso con las exigencias técnicas y sanitarias asociadas al correcto funcionamiento de estos sistemas, fundamentales para prevenir obstrucciones, malos olores y vertimientos contaminantes en las redes de alcantarillado.

Se observa que un 38% equivalente a 10 establecimientos nunca han llevado una trazabilidad en cronograma del mantenimiento de las trampas de grasa, esto se debe a la falta de organización interna.

Solo 3 establecimientos realizan frecuentemente el cronograma, pero por cuestiones de la persona responsable y sus labores diarias se ha dificultado un poco la diligencia de esta herramienta, pero si llega al punto adecuado para el mantenimiento.

Figura 35

Inspecciones visuales semanales de la trampa de grasa.



Nota: Elaboración propia.

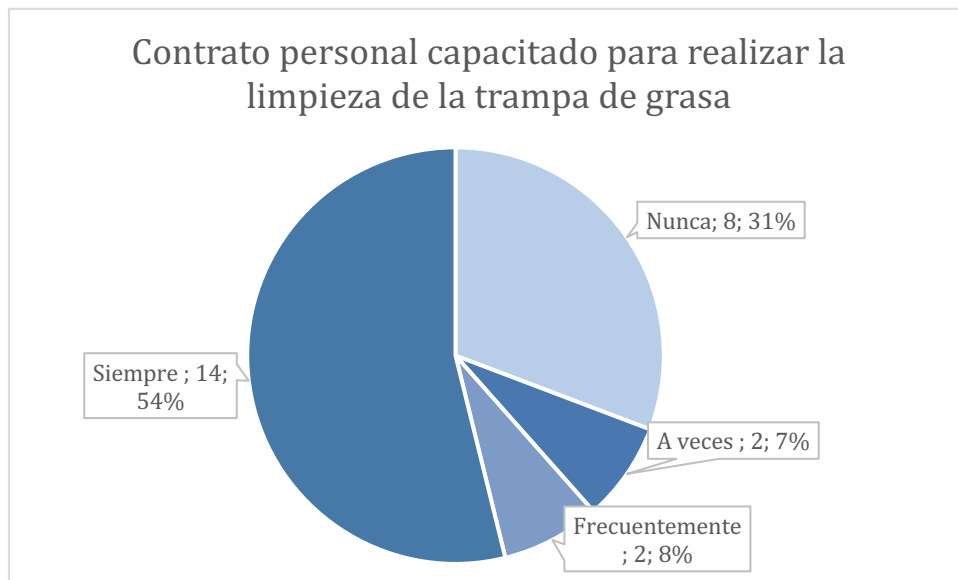
Dentro de las inspecciones visuales que se deben hacer semanalmente en verificación del llenado que debe estar al 75% de la capacidad máxima de la trampa de grasa conforme a la resolución 0799 de 2021, se tiene que el 58% de los establecimientos

evaluados siempre realiza las inspecciones adecuadas semanalmente, esto es equivalente a 15 establecimientos de los 26 totales.

Por otro lado, 5 establecimientos (19%) realizan las inspecciones con frecuencia, aunque no de manera constante, lo que sugiere que en ciertos momentos esta actividad puede ser pasada por alto. Además, el 12% de los establecimientos realiza las inspecciones solo ocasionalmente durante el mes, y 3 establecimientos (también un 12%) admiten no haber realizado nunca una inspección semanal de la trampa de grasa, lo que reflejan una falta de compromiso y debilidades en la organización interna, lo que podría poner en riesgo tanto la operatividad como el cumplimiento de las normativas sanitarias en dichos locales.

Figura 36

Contratación a personal externo para limpieza de trampas de grasa



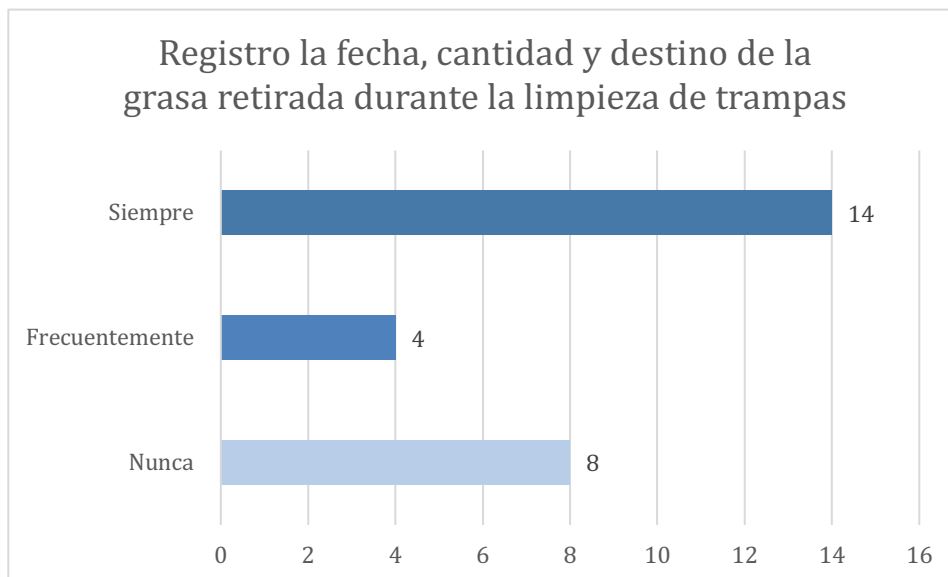
Nota: Elaboración propia.

El 54% de los establecimientos (14 locales) indica que siempre contrata personal especializado que es por parte de , lo que representa un buen nivel de responsabilidad en cuanto al manejo de residuos grasos. Sin embargo, el 31% (8 locales) afirma nunca hacerlo, lo cual es preocupante, ya que puede implicar una limpieza inadecuada, riesgos de obstrucciones, contaminación, y posibles sanciones.

Adicionalmente, un 8% (2 establecimientos) realiza esta contratación con frecuencia, pero no de forma constante, mientras que otro 7% (2 locales) lo hace solo ocasionalmente. Estos datos revelan que cerca de la mitad de los establecimientos no garantiza una limpieza profesional periódica, lo cual sugiere deficiencias en la gestión operativa e higiénica.

Figura 37

Registro de fecha, cantidad y destino de la grasa retirada durante limpieza de trampas de grasa.



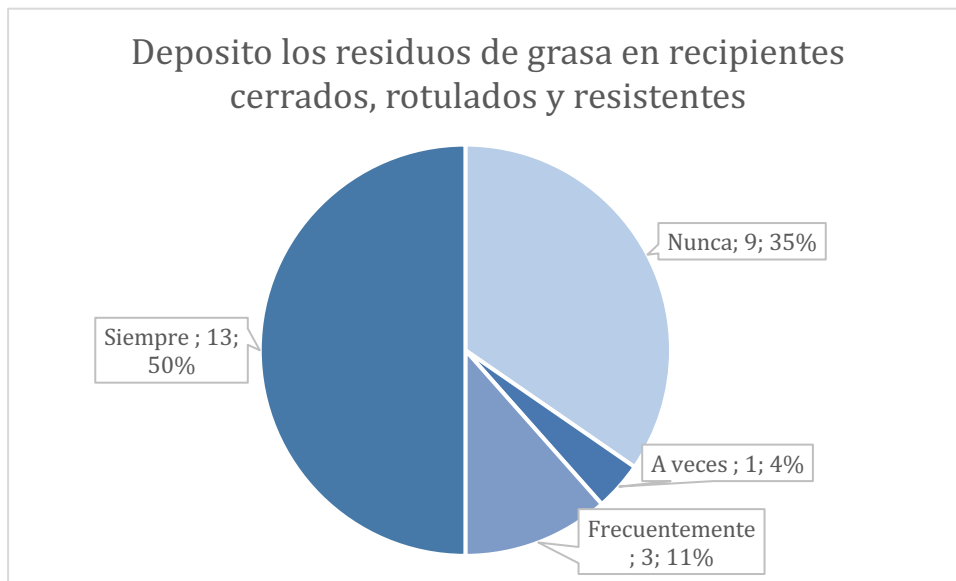
Nota: Elaboración propia

El 50% de los establecimientos (14 locales) reporta que siempre lleva este registro, ya que, la empresa les da constancia lo cual es un signo positivo de organización y cumplimiento con estándares ambientales y sanitarios. Sin embargo, un número preocupante de locales, 8 en total (29%), admite que nunca realiza este tipo de registro, lo que evidencia una falta de control sobre el manejo de residuos grasos y podría derivar en prácticas inadecuadas o ilegales de disposición.

Por otro lado, 4 establecimientos (14%) indican que registran estos datos con frecuencia, aunque no siempre, lo cual sugiere cierta conciencia sobre la importancia del seguimiento, pero también revela posibles debilidades en la sistematización del proceso.

Figura 38

Deposito los residuos de grasa en recipientes cerrados, rotulados y resistentes.



Nota: Elaboración propia

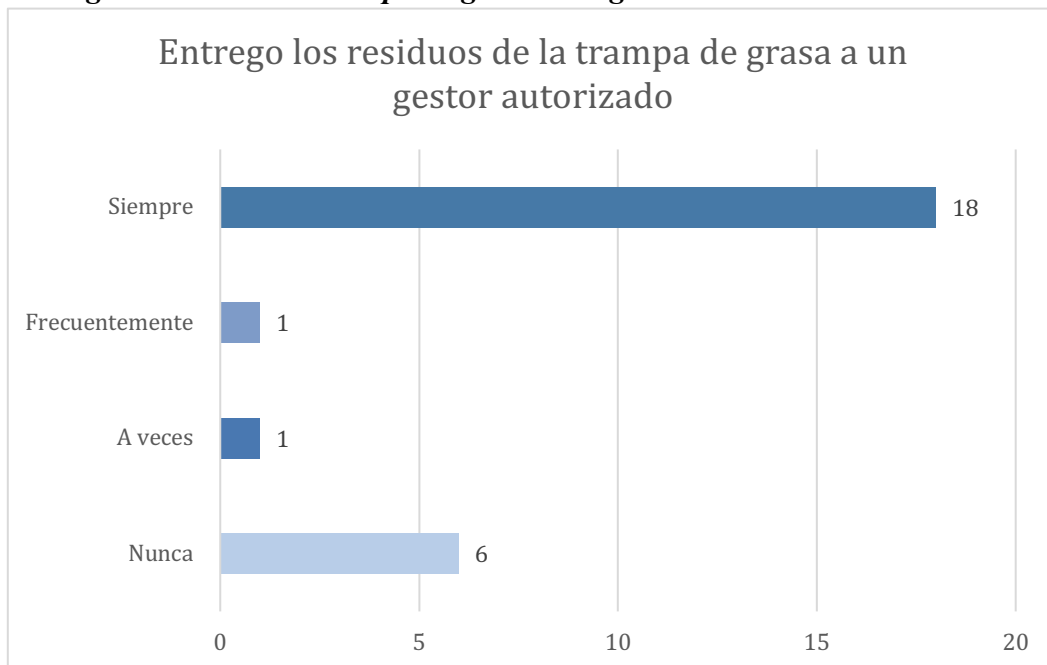
La gráfica muestra la frecuencia con la que los establecimientos encuestados depositan los residuos de grasa en recipientes cerrados, rotulados y resistentes, una práctica clave

para garantizar un manejo seguro y ambientalmente responsable de estos desechos. Del total de participantes, el 50% (13 establecimientos) afirmó que siempre realiza esta práctica, lo cual es positivo, ya que asegura que la grasa residual no cause derrames, malos olores ni afectaciones a la infraestructura sanitaria o al medio ambiente.

Sin embargo, también se evidencia que una proporción significativa (35%, equivalente a 9 establecimientos) nunca cumple con esta medida básica de seguridad, lo que representa un riesgo tanto para la salud pública como para el buen funcionamiento de los sistemas de recolección y disposición de residuos. Adicionalmente, un 11% de los establecimientos (3 casos) manifestó realizar esta práctica frecuentemente, y apenas un 4% (1 caso) indicó hacerlo solo a veces, lo cual refleja una falta de consistencia y compromiso en la aplicación de esta norma operativa.

Figura 39

Entrega de residuos de trampa de grasa a un gestor autorizado.



Nota: Elaboración propia

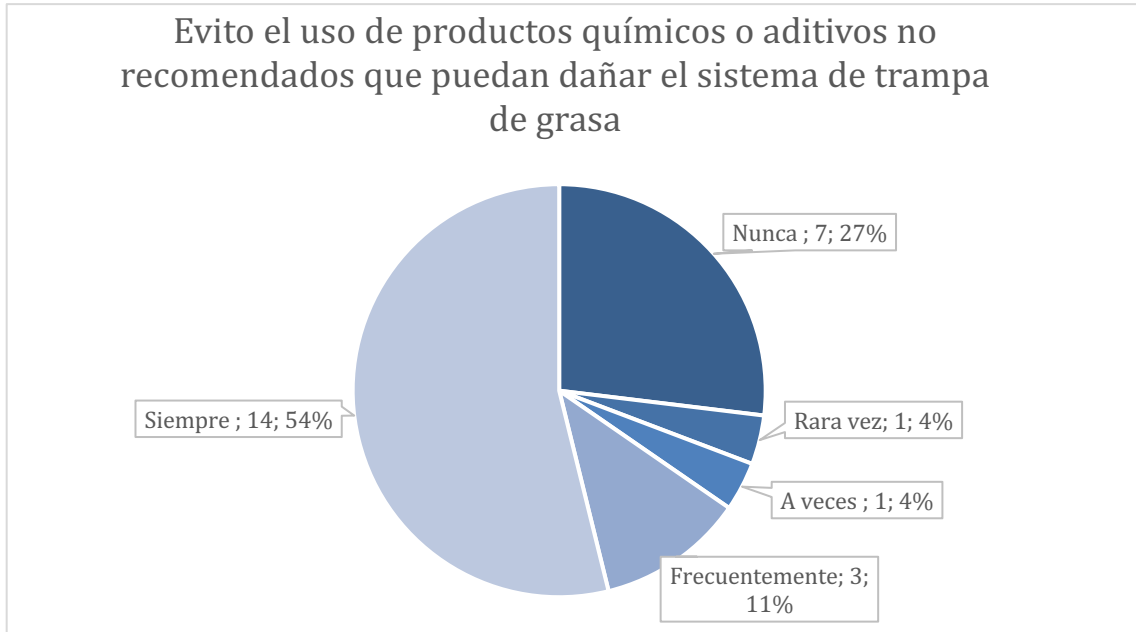
La gráfica ilustra la frecuencia con la que los establecimientos entregan los residuos de la trampa de grasa a un gestor autorizado, una acción fundamental dentro de la normativa ambiental y sanitaria vigente para garantizar una disposición segura y legal de estos residuos.

Se observa que una amplia mayoría (18 establecimientos), lo que representa un 84% del total, reporta que siempre realiza esta entrega de forma adecuada, lo cual refleja un nivel elevado de compromiso con la gestión responsable de residuos peligrosos como lo son los residuos grasos.

Sin embargo, aún persisten casos de incumplimiento. Seis establecimientos (28%) manifiestan que nunca entregan estos residuos a un gestor autorizado, lo que representa una preocupación en términos de riesgo ambiental y legal. Además, se reporta que uno lo hace frecuentemente y otro a veces, lo cual indica una práctica irregular o no sistemática en el cumplimiento de esta obligación.

Figura 40

Restricción en el uso de productos químicos o aditivos no recomendados para limpieza de trampas de grasa.



Nota: Elaboración propia.

La gráfica muestra la frecuencia con la que los establecimientos ubicados en una zona crítica evitan el uso de productos químicos o aditivos no recomendados que puedan dañar el sistema de trampa de grasa.

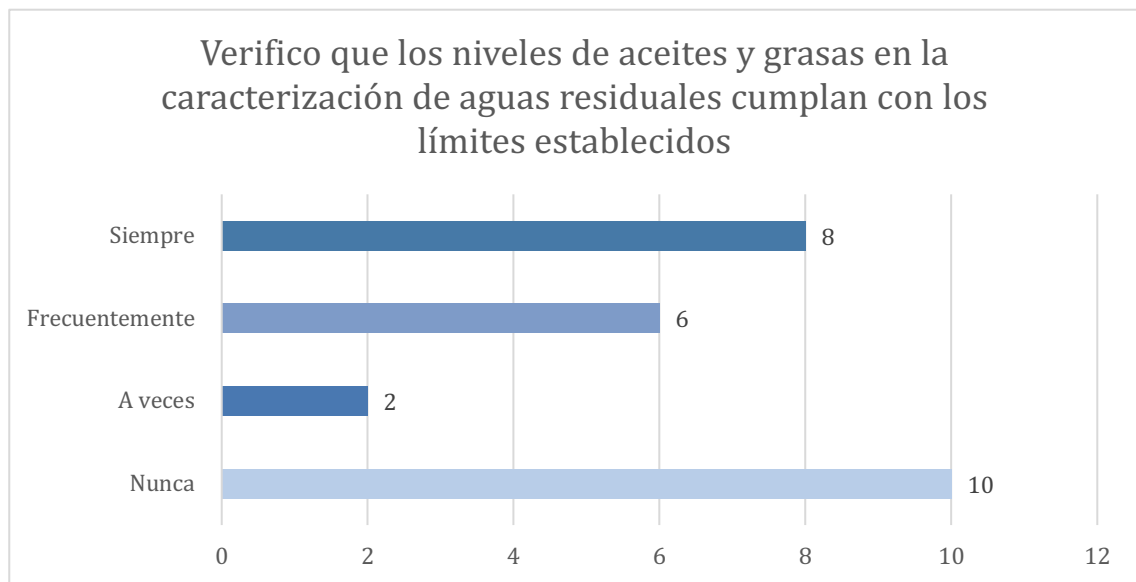
De los encuestados, una mayoría significativa (54%) afirmó que siempre evita el uso de estos productos, lo cual, evidencian que utilizan los que son correspondientes a este tipo de comercios, como lo son los productos neutros.

Sin embargo, también se observa que el 27% (7 establecimientos) nunca evita el uso de productos nocivos. Es decir, casi uno de cada tres está echando químicos no adecuados a sus trampas de grasa. Además, un grupo reducido reporta hacerlo con menor

frecuencia: el 11% dice que lo hace frecuentemente, mientras que un 4% lo hace solo a veces y otro 4% rara vez, lo cual indica un desconocimiento del tipo de productos que por regla se deben usar en los establecimientos comerciales.

Figura 41

Verificación de los niveles de aceites y grasas en la caracterización de aguas residuales cumplan con los límites establecidos



Nota: Elaboración propia.

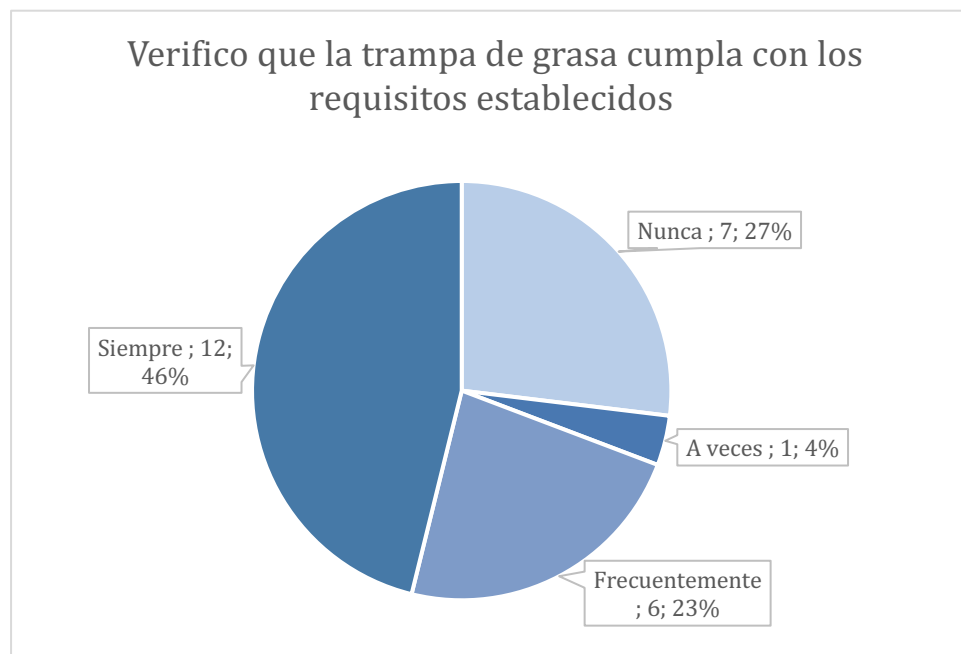
Del total de establecimientos encuestados, 10 (equivalente al 38%) reconocen que nunca realizan esta verificación, lo que es preocupante, ya que implica una ausencia total de control sobre un residuo altamente contaminante.

Por otro lado, 8 establecimientos (31%) indicaron que siempre verifican estos niveles, lo cual es un dato positivo. Estas entidades actúan con responsabilidad al asegurarse de que sus vertimientos no superen los límites permitidos, evitando sanciones y, más importante aún, minimizando impactos ambientales. Otros 6 establecimientos (23%) lo

hacen frecuentemente, lo que sugiere una intención clara de cumplir, aunque con cierta falta de regularidad o estructura. Finalmente, 2 casos (8%) realizan esta verificación solo ocasionalmente, lo que evidencia una práctica inconsistente.

Figura 42

Verificación que la trampa de grasa cumpla con los requisitos establecidos.



Nota: Elaboración propia.

Según los resultados obtenidos, el 46% de los encuestados (12 establecimientos) indica que siempre realiza la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos de la trampa de grasa, lo cual evidencia un grado significativo de responsabilidad frente al mantenimiento preventivo y la gestión técnica de este sistema.

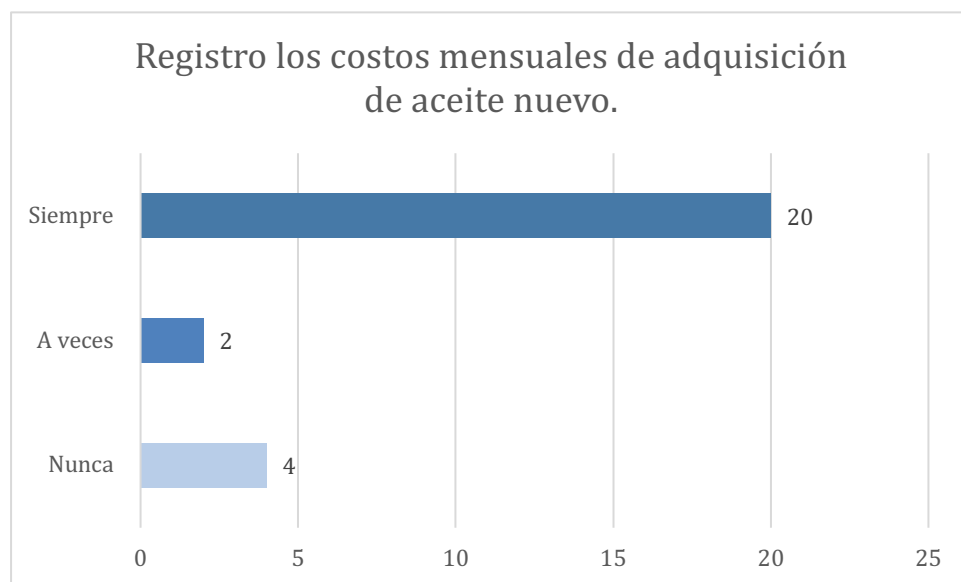
Adicionalmente, un 23% de los establecimientos (6 en total) asegura realizar estas verificaciones frecuentemente, lo cual, aunque positivo, refleja una práctica aún intermitente que puede derivar en omisiones técnicas si no se formaliza en un protocolo

sistemático. La verificación constante del estado y funcionamiento de la trampa es esencial para cumplir con lo estipulado en la normativa nacional, donde se establece que estos dispositivos deben contar con mantenimiento periódico, capacidad adecuada y condiciones de operación que eviten el vertimiento de sustancias oleosas a las redes públicas (Resolución 0799 de 2021, art. 172).

Por otro lado, un 27% de los establecimientos (7 en total) reconoce que nunca realiza esta verificación, lo que implica una falta de implementación de las disposiciones técnicas y un riesgo directo tanto para la infraestructura sanitaria como para el medio ambiente. A este grupo se suma un 4% (1 establecimiento) que señala verificarlo solo a veces, lo que evidencia la necesidad urgente de fortalecer la inspección, la capacitación del personal operativo y el seguimiento por parte de las autoridades sanitarias.

Figura 43

Registro los costos mensuales de adquisición de aceite nuevo.



Nota: Elaboración propia.

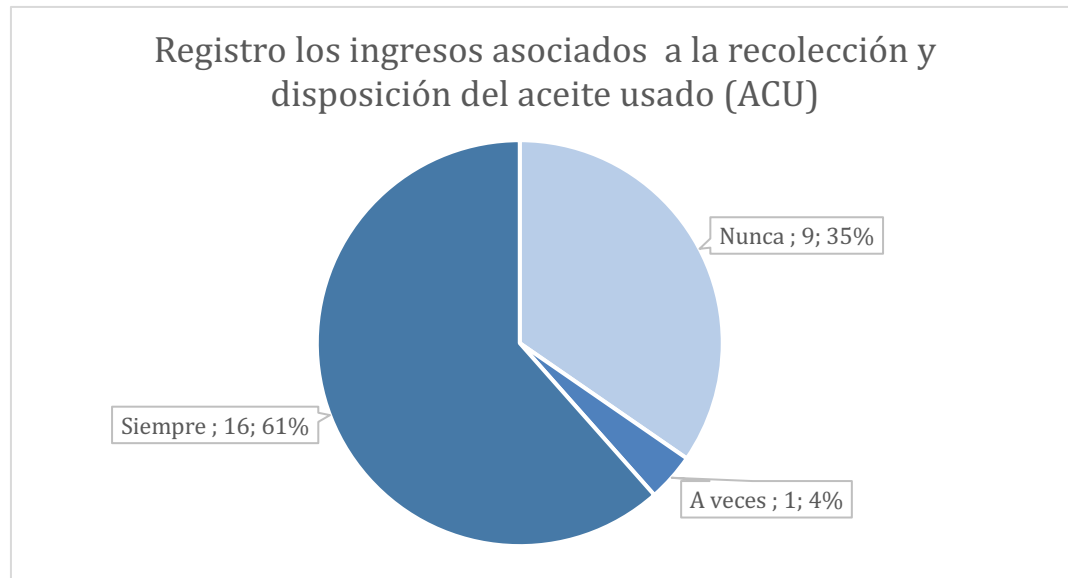
Los resultados obtenidos reflejan que 20 establecimientos, equivalentes al 77% del total, indican que siempre llevan un registro mensual de estos costos, lo que evidencia un alto grado de organización contable y seguimiento en la adquisición de insumos clave.

En contraste, el 15% de los establecimientos (4 casos) manifiesta que nunca registra dichos costos, lo que supone una debilidad en sus procesos administrativos. La ausencia de esta práctica impide tener una visión clara del comportamiento del consumo mensual, lo que podría derivar en compras innecesarias, desperdicio de recursos o falta de control sobre la rotación del aceite, lo cual a su vez podría incidir en la calidad del producto final y en el manejo posterior de los residuos.

Por otro lado, un 8% (2 establecimientos) reporta que realiza estos registros solo ocasionalmente, lo que indica una práctica inconstante y posiblemente dependiente de factores externos como la carga de trabajo, el nivel de formación del personal encargado o la existencia de herramientas tecnológicas de apoyo.

Figura 44

Registro los ingresos asociados a la recolección y disposición de los ACU



Nota: Elaboración propia.

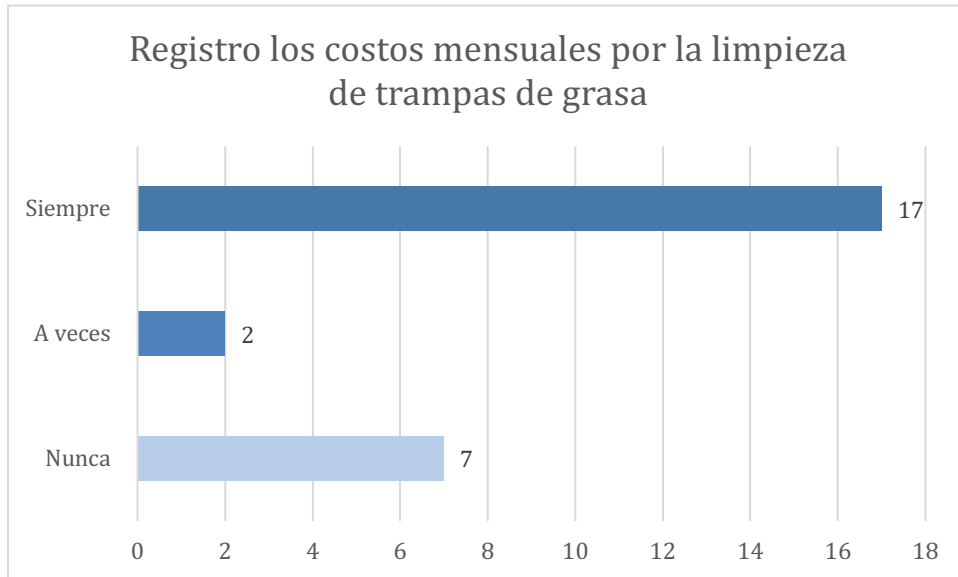
Se permite evaluar el nivel de gestión económica y aprovechamiento de un residuo con potencial de valorización dentro del modelo de economía circular. Los datos obtenidos muestran que 16 establecimientos (61%) reportan que siempre registran los ingresos generados por la disposición del aceite usado, lo que evidencia una apropiación consciente del valor residual de este subproducto y una integración positiva entre el componente ambiental y el administrativo, añadiendo que son establecimientos que el gestor contratado les reconocen en dinero el aceite de cocina recolectado.

Sin embargo, un 35% de los establecimientos (9 casos) declara que nunca realiza este tipo de registro, lo que representa una parte de los establecimientos que no reciben un recargo económico por sus aceites, lo que podría estar relacionado con desconocimiento del valor del ACU o con términos de servicio de su gestor contratado. Por último, un 4%

(1 establecimiento) indica que realiza el registro solo ocasionalmente, lo que sugiere una práctica no sistemática que podría depender de factores laborales.

Figura 45

Registro los costos mensuales por limpieza de trampas de grasa.



Nota: Elaboración propia.

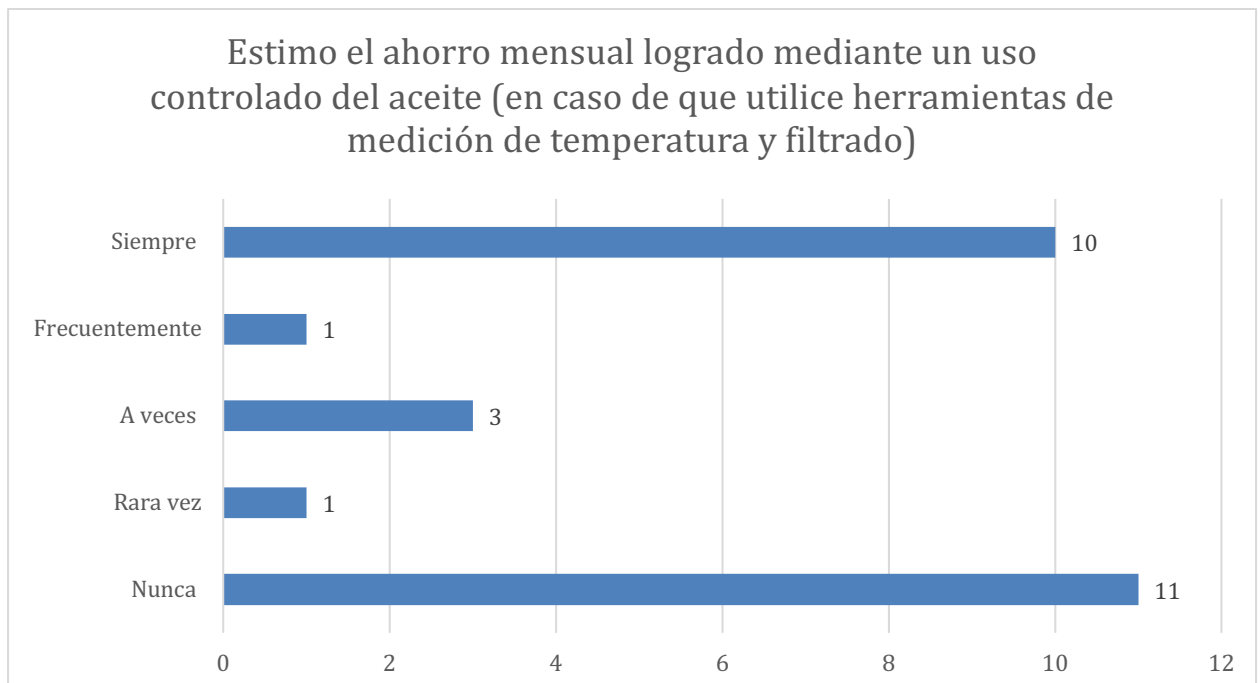
Los resultados indican que 17 establecimientos (65%) afirman que siempre registran estos costos, lo cual representa un comportamiento positivo en términos de organización administrativa, control presupuestal y cumplimiento de normativas ambientales y sanitarias.

No obstante, el 27% de los establecimientos reconoce que nunca realiza estos registros, por lo que cuentan con personal interno que realiza los mantenimientos de su trampa de grasa.

Adicionalmente, un 8% de los establecimientos (2 casos) indica que realiza este registro solo de forma ocasional, lo que podría deberse a una práctica informal o a la falta de procedimientos estandarizados de seguimiento económico.

Figura 46

Estimo el ahorro mensual logrado mediante el uso controlado del aceite.



Nota: Elaboración propia.

Los resultados indican que el 38% de los establecimientos (10 en total) declara realizar siempre esta estimación, lo cual refleja un compromiso con la optimización del uso del aceite a través de herramientas que permiten extender su vida útil sin comprometer la calidad del producto final. Estos establecimientos aplican métodos como el control de temperatura en las freidoras y el filtrado regular del aceite, lo cual, además de mejorar la eficiencia operativa, reduce la generación de residuos y los costos de

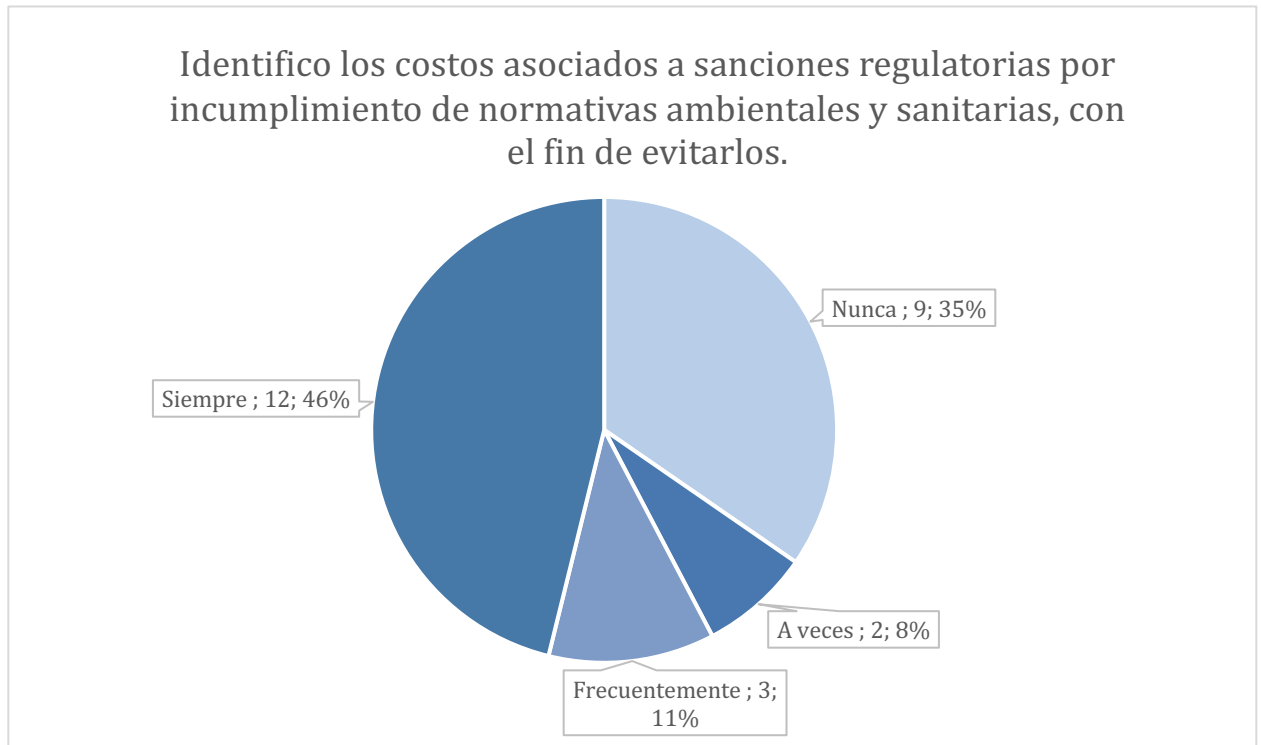
reposición. Esta práctica evidencia una integración entre criterios técnicos y financieros en la toma de decisiones cotidianas.

Sin embargo, el porcentaje más alto corresponde a establecimientos que nunca realizan esta estimación (42%, equivalente a 11 casos), lo cual representa una importante brecha en la gestión eficiente de recursos. La ausencia de medición de ahorro sugiere una desconexión entre el uso de herramientas de control y la evaluación económica de sus beneficios.

Asimismo, tres establecimientos (12%) indican que estiman este ahorro solo a veces, mientras que uno (4%) lo hace rara vez y otro (4%) con frecuencia, lo que denota un grupo con prácticas inconsistentes o incipientes en cuanto al monitoreo económico del uso del aceite. Esta variabilidad sugiere que, si bien existe conocimiento parcial sobre la utilidad de estas herramientas, aún no se han consolidado rutinas sistemáticas de evaluación del rendimiento económico del aceite en muchos establecimientos o simplemente no lo tienen en cuenta.

Figura 47

Identificación de costos de sanciones regulatorias por incumplimiento de normativas ambientales y sanitarias.



Nota: Elaboración propia

Los datos muestran que el 46% de los establecimientos (12 en total) declara que siempre realiza esta identificación de costos asociados a posibles sanciones, lo cual evidencia un enfoque proactivo de cumplimiento normativo. Estos establecimientos demuestran una comprensión clara del impacto económico que puede representar el desconocimiento o la omisión de las regulaciones, y adoptan mecanismos preventivos como parte de su gestión operativa. Este grupo probablemente cuenta con procesos internos de revisión normativa, asesoría técnica o monitoreo de cumplimiento, lo que

fortalece su capacidad de respuesta institucional ante inspecciones o requerimientos oficiales.

Por otro lado, el 35% de los establecimientos (9 casos) reconoce que nunca identifica estos costos, lo que constituye un hallazgo preocupante desde la perspectiva del riesgo legal y financiero. Esta omisión indica una posible debilidad estructural en la gestión del cumplimiento regulatorio, lo que deja a estos establecimientos expuestos a infracciones involuntarias que podrían afectar seriamente su sostenibilidad, reputación y continuidad operativa.

Un 11% de los establecimientos (3 en total) reporta que realiza esta identificación frecuentemente, lo que señala una práctica en desarrollo, aunque no completamente consolidada. Por su parte, un 8% (2 establecimientos) manifiesta hacerlo solo a veces, lo que refleja una práctica irregular y posiblemente reactiva ante situaciones específicas, en lugar de una acción preventiva y estructural.

10. DISCUSIÓN

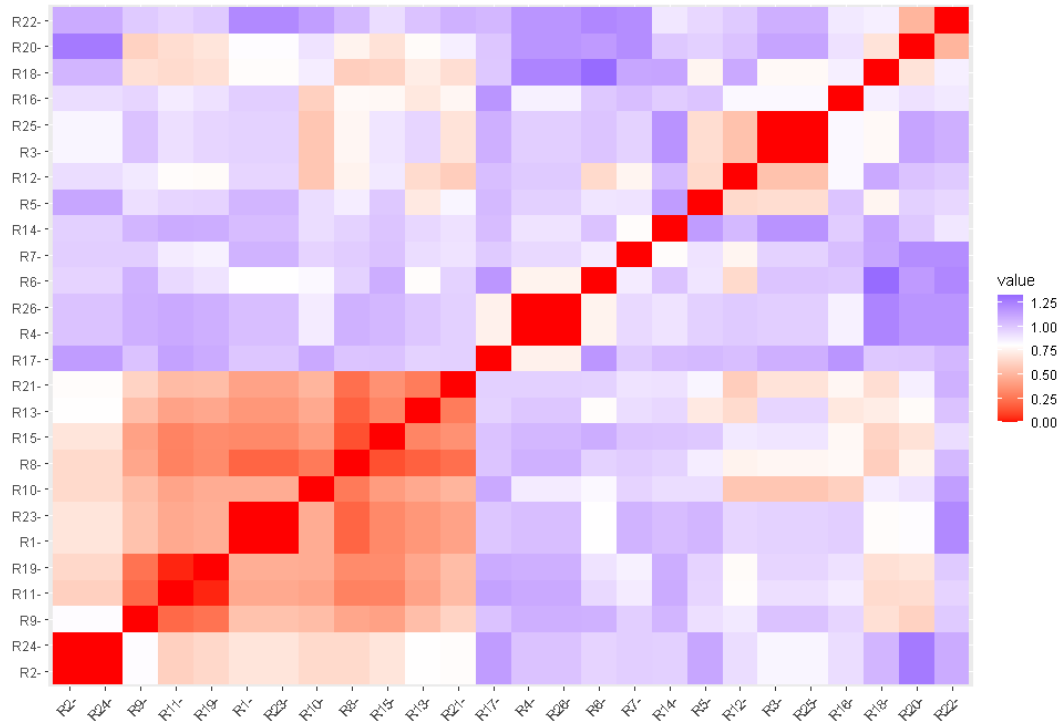
Con el fin de garantizar una adecuada comparabilidad entre todas las dimensiones, se procedió a escalar los datos mediante estandarización z-score, lo cual transforma cada variable en una nueva escala con media cero y desviación estándar uno. Esta técnica es fundamental en análisis multivariado, ya que permite neutralizar las diferencias en dispersión y evita que alguna variable domine las medidas de distancia (Vásquez Vargas & Bernal Mora, 2025).

Se decidió utilizar análisis de conglomerados (clustering) como técnica de segmentación para complementar la caracterización de los restaurantes. Esta metodología permite clasificar objetos en grupos homogéneos en función de su similitud interna, facilitando la interpretación de grandes volúmenes de datos y detectando patrones relevantes no visibles a simple vista (Banks & Jaeger, 2022).

El primer paso en la construcción del agrupamiento fue la generación de una matriz de disimilitud entre los restaurantes. Dado que las variables eran de tipo ordinal, se seleccionó como medida de similitud el coeficiente Kendall tau, ampliamente recomendado para datos con estructura de orden pero sin presunción de igualdad entre escalas. Esta decisión permitió captar adecuadamente la jerarquía de respuestas sin distorsionar las relaciones entre observaciones (Astle et al., 2020)

Figura 48

Análisis Kendall



Nota: Elaboración propia

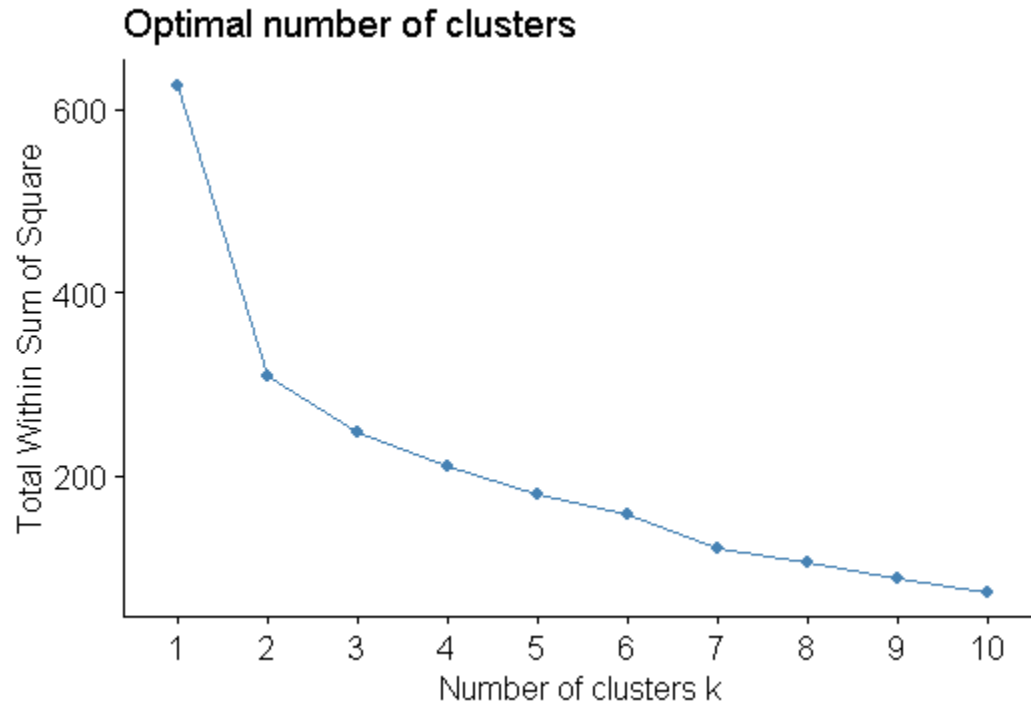
La representación gráfica de esta matriz (Ver figura 48) reveló patrones de cercanía entre varios restaurantes, evidenciados en la presencia de bloques oscuros o intensos a lo largo de la diagonal. Estos bloques indican alta similitud en las respuestas, lo que sugiere que ciertos establecimientos comparten prácticas similares en el manejo de aceites y grasas residuales. Esta observación gráfica anticipaba la viabilidad de agrupar los restaurantes en conglomerados coherentes, alineados con sus niveles de apropiación ambiental.

Durante el trabajo de campo, fue posible constatar que algunos restaurantes presentaban rutinas organizadas y estandarizadas respecto al tratamiento de aceites usados, como el uso de envases sellados para el almacenamiento temporal, la existencia de convenios formales con gestores autorizados, y registros periódicos del volumen desechado. En contraste, otros establecimientos no contaban con prácticas sistemáticas, y muchos trabajadores desconocían las implicaciones legales o ambientales del vertimiento inadecuado, lo que se tradujo en respuestas desordenadas y poco consistentes.

Estas diferencias se reflejaron también en los patrones de distancia de la matriz y el uso del coeficiente Kendall resultó especialmente adecuado para captar estas sutilezas, ya que este método conserva el ordenamiento de las respuestas sin asumir distancias métricas iguales entre niveles ordinales. Esto permitió que las relaciones entre restaurantes se midieran con fidelidad, respetando la naturaleza de los datos y minimizando distorsiones estadísticas (Hennig, C., & Akhanli, S., 2020).

Figura 49

Análisis Elbow.



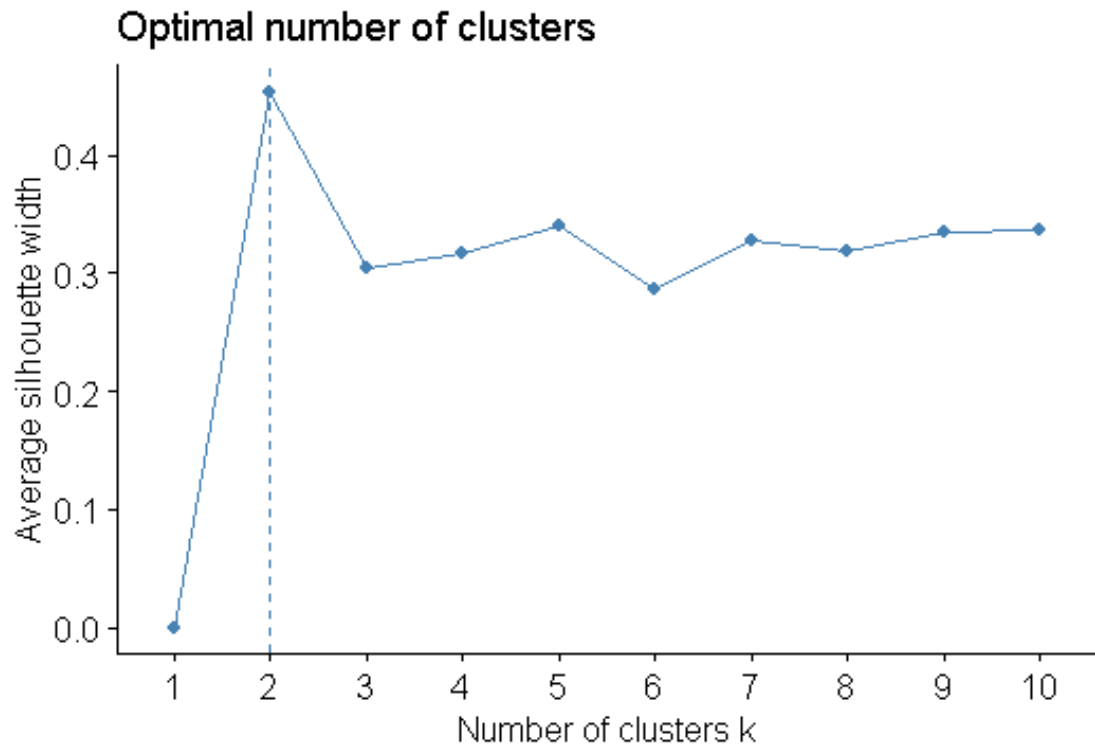
Nota: Elaboración propia.

Una vez obtenida la matriz de distancias, se procedió a identificar la cantidad óptima de clústeres mediante dos herramientas complementarias: el método del codo (elbow) y el análisis del coeficiente de silueta. En el primer caso, se evaluó la suma de cuadrados intra-grupos (WSS) para diferentes valores de k (número de clústeres). La gráfica mostró una disminución abrupta en el valor de WSS al pasar de 1 a 2 clústeres, lo que indica que gran parte de la variabilidad interna se explica ya con esa división. A partir de $k = 2$, la ganancia marginal en compactación fue

progresivamente menor, conformando el clásico "codo" visual que sugiere el punto óptimo.

Figura 50

Análisis Silhouette



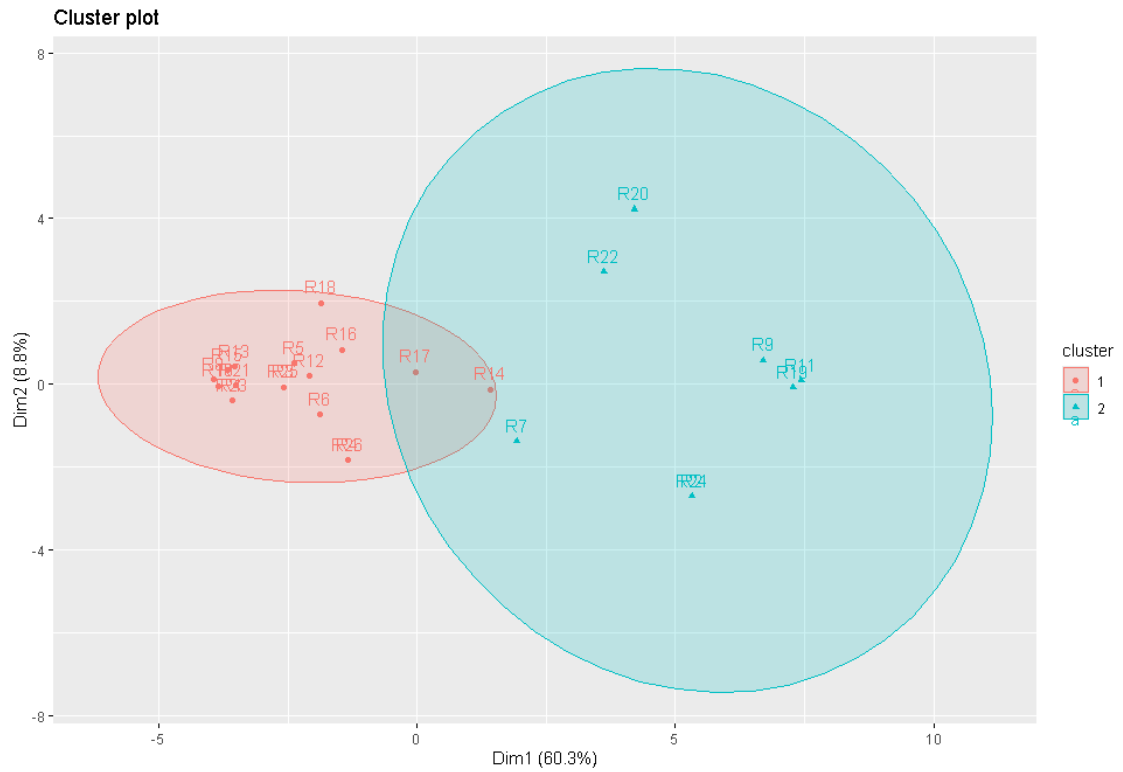
Nota: Elaboración propia

Por su parte, el índice de silueta promedio evaluó tanto la cohesión interna como la separación entre grupos. Los resultados confirmaron que $k = 2$ producía los grupos más consistentes, con alta similitud interna y clara diferenciación externa. Un valor promedio de silueta alto implica que los objetos están bien asignados a su clúster, y no próximos al límite con otro. Esta consistencia metodológica entre ambos enfoques, uno basado en

varianza y otro en forma geométrica, reforzó la decisión de utilizar dos clústeres en el análisis final.

Figura 51

Análisis clúster



Nota: Elaboración propia

Una vez definido $k = 2$, se representaron gráficamente los resultados a través de un cluster plot. Esta gráfica proyecta los datos en un espacio bidimensional, normalmente a partir de técnicas de reducción de dimensionalidad, conservando la estructura de proximidad entre observaciones. En la imagen obtenida, los restaurantes

se distribuyeron claramente en dos grupos separados, lo que validó visualmente la segmentación propuesta.

En la Figura 51 se presenta el clúster plot, una representación gráfica que proyecta los 26 restaurantes del estudio en un espacio bidimensional. Este gráfico permite observar la formación de grupos de manera visual, facilitando la interpretación de los resultados obtenidos mediante el análisis de conglomerados jerárquico, utilizando como medida de distancia el coeficiente de Kendall y previa estandarización de las variables (media = 0, varianza = 1). Esta transformación garantiza la homogeneidad de escalas entre las 25 variables incluidas, la mayoría de tipo ordinal y categórico, relacionadas con prácticas de manejo ambiental.

El eje horizontal (Dim1) explica el 60,3 % de la varianza, mientras que el eje vertical (Dim2) representa el 8,8 %, acumulando en conjunto un 69,1 % de la información original. Esta representación visual permite identificar dos conglomerados bien diferenciados: el clúster 1, representado en color rojo, y el clúster 2, en color azul.

Al analizar estos grupos a la luz de la caracterización previa, se observa que el clúster 1, el más compacto y homogéneo, agrupa a los restaurantes que reportaron un mayor nivel de cumplimiento frente a las prácticas de manejo responsable de aceites usados y residuos grasos. Entre estas buenas prácticas se encuentran: el uso de filtros para el aceite, la medición o estimación regular de los kilos de aceite residual generados, la separación adecuada de grasas animales y vegetales, el conocimiento y aplicación de normativas ambientales, y la vinculación con gestores autorizados. Estos establecimientos muestran un enfoque más estructurado en cuanto al

cumplimiento ambiental y reflejan una mayor formalización de sus procesos operativos.

Por el contrario, el clúster 2 agrupa a los restaurantes con menor nivel de cumplimiento o con comportamientos inconsistentes en relación con las buenas prácticas ambientales. Aunque algunos de estos restaurantes podrían estar parcialmente alineados con ciertos criterios, presentan deficiencias notorias en aspectos clave como el seguimiento del volumen de aceite usado, la frecuencia de recambio, o la ausencia de vínculos con gestores certificados. Adicionalmente, la mayoría de estos establecimientos mostraron desconocimiento de la legislación vigente o poca disposición a implementar cambios en sus rutinas de operación.

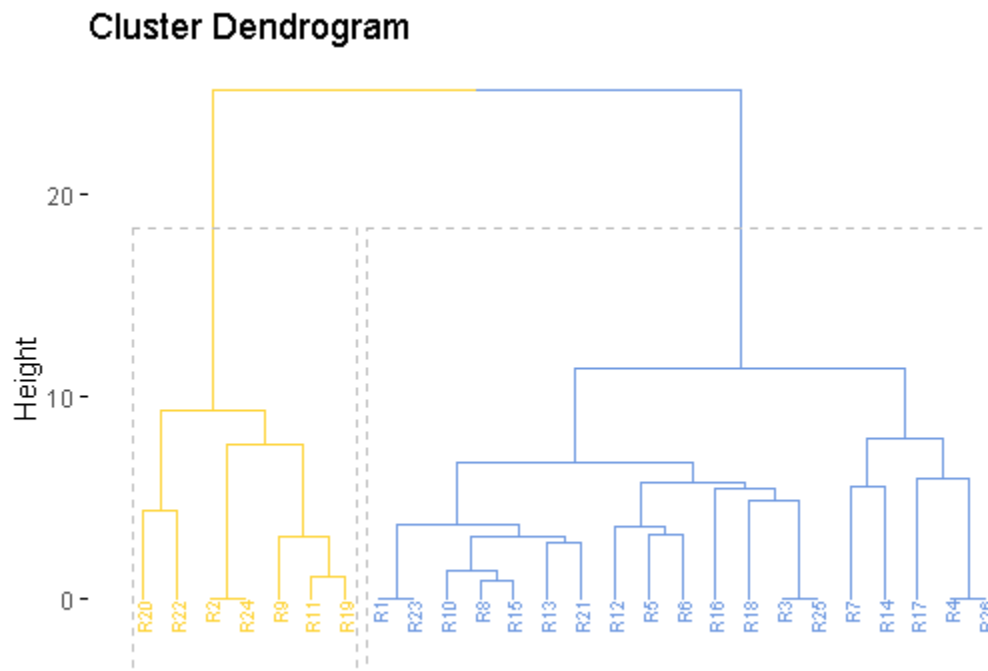
Este patrón sugiere que el análisis clúster logró captar con precisión las diferencias entre los perfiles de restaurantes, agrupándolos de manera coherente en función del cumplimiento ambiental. Tal como se evidencia en la distribución gráfica, el clúster 1 concentra la mayoría de establecimientos que se encuentran cerca del origen del plano, con poca dispersión, lo que indica comportamientos similares y sistemáticos. En contraste, el clúster 2 presenta una mayor variabilidad interna, sugiriendo que dentro de este grupo hay restaurantes que podrían transitar hacia mejores prácticas, pero también otros más rezagados en términos de sostenibilidad.

Desde una perspectiva metodológica, la calidad de este agrupamiento refuerza la utilidad del enfoque estadístico multivariado empleado. La elección del coeficiente de Kendall como medida de similitud resultó adecuada dado el tipo de datos y su

naturaleza ordinal, permitiendo un tratamiento más robusto frente a las limitaciones que tendrían otros métodos de distancia como Euclídea en este contexto.

Figura 52

Dendrograma Jerárquico



Nota: Elaboración propia

Como complemento final al análisis de partición, se construyó un dendrograma jerárquico a partir de la matriz de distancias previamente obtenida. Utilizando el método de enlace promedio, se generó una estructura arbórea que mostró cómo se fueron agrupando progresivamente los restaurantes. Al observar la altura de las uniones (distancia a la que se fusionan los grupos), se evidenció una separación

natural en dos conglomerados principales, confirmando una vez más la validez del número de clústeres elegido.

El dendrograma también permitió identificar relaciones adicionales dentro de los clústeres. Por ejemplo, algunos restaurantes del grupo 1 mostraron alta proximidad entre sí, lo que sugiere que podrían compartir incluso condiciones contextuales similares (ubicación geográfica, tipo de cocina, tamaño del establecimiento). Este tipo de análisis jerárquico abre la puerta a futuras microsegmentaciones, particularmente si se desea personalizar intervenciones de capacitación, acompañamiento técnico o fortalecimiento normativo.

La caracterización previa realizada a través de variables como el uso de filtros, la separación de residuos, la cuantificación del aceite usado o la frecuencia de cambio, permitió establecer una base sólida sobre la cual se construyeron los conglomerados. A partir de esta clasificación, resulta factible diseñar rutas de acción adaptadas a cada grupo, lo cual cobra especial relevancia en contextos donde los recursos institucionales son limitados y deben dirigirse estratégicamente hacia sectores o agentes que presentan mayores brechas de cumplimiento ambiental.

Por un lado, el clúster conformado por restaurantes con prácticas adecuadas representa una oportunidad para consolidar procesos de mejora continua, a través de esquemas de reconocimiento, certificación ambiental o incluso alianzas piloto con entidades responsables de la recolección y transformación de residuos grasos. Estos establecimientos, al contar ya con cierto grado de conciencia y estructura operativa, pueden convertirse en aliados activos para la promoción de buenas prácticas dentro

del gremio. Por otro lado, el segundo clúster, integrado por restaurantes que presentan rezagos importantes, demanda una intervención prioritaria. En este caso, las estrategias deben orientarse hacia la capacitación técnica diferenciada, ajustada al nivel de conocimiento y capacidades de cada establecimiento, y con énfasis en la comprensión de la normativa vigente, los impactos ambientales de los vertimientos inadecuados y las alternativas de gestión disponibles.

Desde esta perspectiva, los resultados del clúster no solo orientan decisiones a nivel de política pública, sino que facilitan la identificación de actores críticos con los que deben establecerse vínculos estratégicos, especialmente en lo que respecta a la articulación con gestores ambientales formales. Esta articulación puede optimizar los circuitos de recolección de aceite usado, mejorar los niveles de trazabilidad del residuo y contribuir a reducir la informalidad en la disposición final de estos desechos.

Adicionalmente, al identificar a los restaurantes con mayor rezago en prácticas sostenibles, las autoridades locales y regionales pueden establecer cronogramas de intervención más efectivos, que prioricen acciones pedagógicas en el corto plazo y condicionen el acceso a ciertos beneficios al cumplimiento gradual de criterios técnicos.

Este enfoque abre un campo de posibilidades para investigaciones futuras. Se propone ampliar la muestra y replicar el modelo en otras regiones del país, lo que permitiría validar la estructura de los clústeres en contextos territoriales distintos. Asimismo, sería conveniente incluir variables complementarias relacionadas con

otros aspectos de sostenibilidad, como el consumo energético, el tratamiento de aguas residuales, la relación con proveedores locales y las prácticas de economía circular. Una línea de investigación particularmente prometedora es la que incorpora análisis longitudinales, capaces de evaluar la evolución del comportamiento de los restaurantes con el tiempo, especialmente tras la implementación de programas de acompañamiento. Estos estudios permitirán entender no solo qué tipo de prácticas existen, sino también cómo se transforman, qué factores las favorecen y cuáles son los cuellos de botella más persistentes en el camino hacia una gestión ambiental responsable.

Finalmente, la comparación con otras investigaciones permite contextualizar los hallazgos del presente estudio dentro de una problemática urbana y ambiental más amplia relacionada con la gestión inadecuada de aceites usados en el sector gastronómico. Tal como lo advierte Maharaj et al. (2021), en zonas con alta densidad de restaurantes y venta de alimentos preparados, el vertimiento de aceites en las calles o sistemas de alcantarillado es una causa directa de obstrucciones, malos olores y colapsos frecuentes en la infraestructura de drenaje. Esta situación fue evidente en algunos establecimientos del clúster con menor cumplimiento, donde durante la fase de levantamiento de información se identificaron prácticas de eliminación del aceite sin ningún protocolo, especialmente en restaurantes pequeños o informales que carecen de acompañamiento técnico o conocimiento normativo.

Esta coincidencia en el comportamiento observado en contextos distintos refuerza la idea de que el manejo inadecuado de aceites usados no es exclusivo de una región o país, sino que refleja un patrón extendido de baja conciencia ambiental y escasa

regulación efectiva, lo cual agrava el deterioro de los sistemas urbanos de saneamiento básico. Los resultados de esta investigación, en línea con lo planteado por Yangklang et al. (2022), muestran que los impactos ambientales de estas prácticas pueden mitigarse mediante soluciones tecnológicas específicas como el tratamiento de aguas residuales con electrocoagulación, que ha demostrado ser capaz de remover hasta el 86% de las grasas y aceites presentes en efluentes provenientes del sector alimentario.

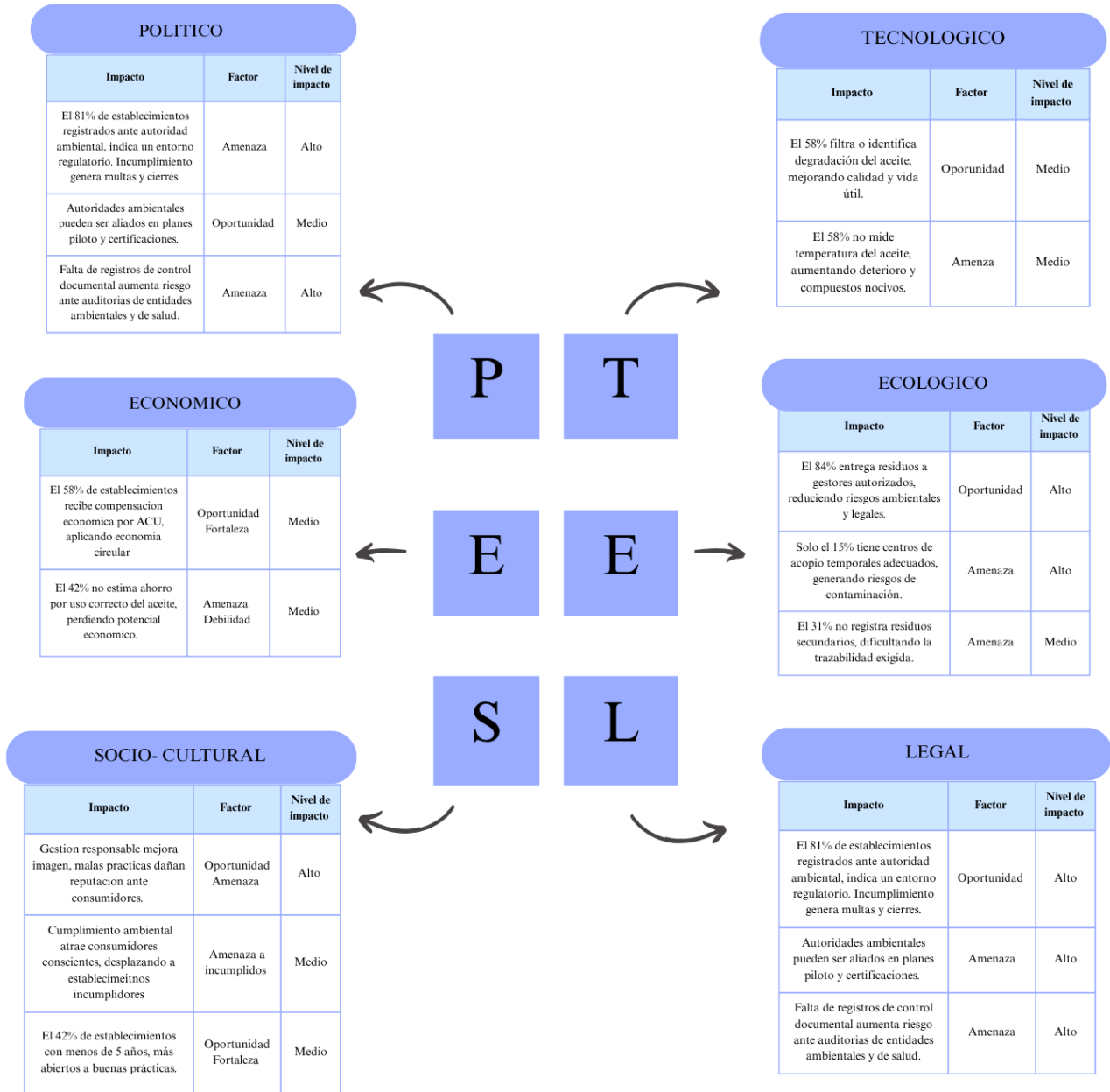
Desde esta perspectiva, los hallazgos derivados del análisis clúster no solo revelan niveles diferenciados de cumplimiento ambiental, sino que también identifican rutas de intervención claras: para el clúster de bajo desempeño, se recomienda enfocar esfuerzos en formación básica, campañas de sensibilización y aplicación de normativas locales más estrictas; mientras que para los restaurantes que ya implementan buenas prácticas, puede explorarse su vinculación a modelos de economía circular mediante alianzas con gestores que conviertan el residuo en recursos útiles como biocombustibles, jabones o productos artesanales. Esta segmentación permite, por tanto, diseñar estrategias diferenciadas que maximicen el impacto positivo de las intervenciones tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

11. PLAN DE ACCIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE ACEITES DE COCINA USADOS Y GRASAS EN HORECA CARTAGENA

Con el propósito de desarrollar de manera integral el plan propuesto, se llevó a cabo un análisis del modelo PESTEL (ver figura 52), con el fin de identificar en profundidad tanto sus principales fortalezas como las oportunidades de mejora que presenta. Este análisis estará fundamentado en los resultados obtenidos previamente, así como en las discusiones, reflexiones y aportes generados a lo largo del proceso, lo que permitirá construir una base sólida para orientar las acciones futuras y asegurar la efectividad del plan.

Figura 53

Análisis PESTEL



Nota: Elaboración propia.

Este plan tiene como eje central la identificación, valorización y aprovechamiento estratégico de las fortalezas ya existentes dentro del sistema actual, al mismo tiempo que

se orienta a capitalizar de manera proactiva las oportunidades de mejora detectadas. Todo ello con el objetivo de asegurar, de forma sostenible y eficaz, el cumplimiento de la normativa vigente en materia ambiental, así como de implementar medidas concretas que permitan mitigar significativamente el impacto ambiental derivado de las actividades operativas, contribuyendo así a una gestión más responsable y alineada con los principios del desarrollo sostenible.

Eje Estratégico: Fortalecimiento de la Trazabilidad y el Cumplimiento Normativo

Objetivo: Establecer protocolos estandarizados para la trazabilidad del ACU y asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.

- **Acciones Clave:**

- **3.1. Implementar Protocolos de Registro y Trazabilidad:**

- **Actividad:** Desarrollar y distribuir un protocolo estandarizado para el registro de la generación, recolección y disposición final del ACU, incluyendo la documentación requerida por los gestores autorizados.
- **Responsable:** Gremios del sector HORECA y Entidades reguladoras
- **Plazo:** Corto plazo
- **Indicador :** Protocolo estandarizado para el registro y trazabilidad

- **3.2. Fortalecer la Capacitación en Requisitos Documentales y Legales:**

- **Actividad:** Realizar capacitaciones sobre los requisitos legales para el manejo de ACU y la importancia del registro documental.
- **Responsable:** Autoridades ambientales, gestores autorizados.
- **Plazo:** Corto plazo
- **Indicador :** Plan e capacitación

Eje Estratégico: Fortalecimiento de la Infraestructura y el Control Operativo

Objetivo: Mejorar la infraestructura física y los procesos operativos para un manejo más eficiente y seguro de los ACU.

- **Acciones Clave:**

- **1.1. Establecer Puntos de Acopio Adecuados:**

- **Actividad:** Evaluar las necesidades de espacio y adquirir contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de ACU en cada establecimiento.
- **Responsable:** Establecimientos HORECA.
- **Plazo:** Corto plazo
- **Indicador :** Puntos de acopio temporal definidos y equipados.

- **1.2. Implementar Sistemas de Monitoreo de Temperatura para Aceites:**

- **Actividad:** Instalar termómetros en las freidoras y capacitar al personal sobre la importancia de monitorear y registrar la temperatura del aceite para optimizar su vida útil.
- **Responsable:** Jefes de cocina/Supervisores de operaciones.
- **Plazo:** Mediano plazo
- **Indicador de Éxito:** Registros diarios de temperatura del aceite

Eje Estratégico: Optimización de la Gestión Económica y Financiera

Objetivo: Integrar un enfoque económico en el manejo de los ACU para identificar ahorros, maximizar beneficios y mitigar riesgos financieros.

- **Acciones Clave:**

- **2.1. Realizar Herramientas de Gestión Económica Simplificadas:**

- **Actividad:** Diseñar e implementar plantillas o aplicaciones sencillas para que los establecimientos registren la cantidad de ACU generado, los costos asociados a su gestión y los ingresos obtenidos por su venta (si aplica).
- **Responsable:** Gremios del sector HORECA
- **Plazo:** Corto plazo
- **Indicador de Éxito:** Uso de las herramientas de gestión económica

- **2.2. Capacitación en Análisis de Costos y Beneficios del ACU:**

- **Actividad:** Realizar talleres prácticos sobre cómo estimar ahorros y cómo cuantificar los ingresos por la venta de ACU. Incluir información sobre los costos asociados a sanciones regulatorias por incumplimiento.
- **Responsable:** Expertos en gestión ambiental relacionada en áreas financiera.
- **Plazo:** Mediano plazo
- **Indicador:** Conocimiento de los riesgos financieros asociados al manejo inadecuado del ACU.

Eje Estratégico: Fortalecimiento del plan de Seguimiento y Acompañamiento

Objetivo: Brindar apoyo específico a los establecimientos con mayores acompañamientos para mejorar sus prácticas de manejo de ACU.

- **Acciones Clave:**
 - **4.1. Realizar Visitas de Verificación y Asesoría Dirigida:**
 - **Actividad:** Identificar los establecimientos con los puntajes más bajos en las evaluaciones iniciales y programar visitas de acompañamiento personalizadas para ofrecer asesoría técnica y resolver dudas específicas.
 - **Responsable:** Autoridades ambientales, equipo de proyecto.
 - **Plazo:** Continuo (a partir del inicio del plan).

- **Indicador:** Plan de seguimiento y acompañamiento
- **4.2. Crear un Canal de Comunicación Permanente:**
 - **Actividad:** Establecer un canal de comunicación para que los establecimientos puedan realizar consultas y recibir orientación sobre el manejo de ACU y grasas.
 - **Responsable:** Entidades reguladoras, gremios.
 - **Plazo:** Corto plazo
 - **Indicador :** Plan de comunicación y/o aplicaciones

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que, aunque existe una participación significativa de los establecimientos gastronómicos del centro histórico de Cartagena en el cumplimiento de algunas prácticas de gestión ambiental, persisten brechas importantes en la implementación sistemática de medidas necesarias para garantizar una adecuada sostenibilidad operacional. La caracterización del sector evidenció una marcada predominancia de restaurantes tradicionales y de hotel, así como una alta proporción de negocios con menos de cinco años de funcionamiento, lo cual sugiere un ecosistema empresarial en crecimiento, pero aún en vías de consolidar procesos robustos de gestión ambiental.

Se identificó que el 81% de los establecimientos están registrados como generadores de aceite de cocina usado (ACU) ante la autoridad ambiental, lo cual demuestra un nivel elevado de formalización. Sin embargo, se evidencian deficiencias relevantes en aspectos operativos como la medición de temperatura del aceite (practicada solo por el 27%), el uso adecuado de centros de acopio temporal (cumplido correctamente solo por el 15%) y la entrega documentada de residuos grasos a gestores autorizados, prácticas que son fundamentales según la normatividad vigente (Resolución 0316 de 2018 y Resolución 0799 de 2021).

A través del análisis clúster, se logró clasificar a los establecimientos en dos grupos claramente diferenciados según su nivel de cumplimiento ambiental. El clúster 1 agrupa a los restaurantes con mayor nivel de apropiación de buenas prácticas, evidenciando un compromiso integral con la sostenibilidad y la normatividad. En contraste, el clúster 2

reúne a los negocios con comportamientos irregulares o rezagados en términos de gestión de aceites y residuos grasos, lo cual refleja no solo una falta de conocimiento técnico y normativo, sino también una posible desconexión entre la operatividad diaria y los requerimientos legales y ambientales del contexto local.

Estos hallazgos permiten concluir que el avance hacia una gestión ambientalmente responsable en el sector HORECA de la zona crítica de Cartagena requiere no solo del fortalecimiento de la capacidad técnica de los establecimientos, sino también de procesos de vigilancia, capacitación continua y articulación con entidades ambientales y sanitarias. La transición hacia prácticas sostenibles no debe limitarse a un cumplimiento formal, sino integrarse como parte estructural del modelo de negocio. Esto no solo mitigará los riesgos ambientales y sanitarios, sino que además puede traducirse en beneficios económicos medibles, tal como lo refleja la correlación positiva entre buenas prácticas y el reconocimiento económico por parte de gestores.

Finalmente, el presente trabajo proporciona una base empírica y analítica que puede ser utilizada por las autoridades ambientales, operadores turísticos y empresarios locales para diseñar políticas públicas, estrategias de sensibilización y programas de acompañamiento técnico que eleven los estándares de sostenibilidad en este sector clave para la economía local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canal, G., De Aguass Bilbao Bizkaia González Ubierna, I. C., & De Aguass Bilbao Bizkaia, J. A. C. (S/F). Aceites Usados De Cocina. Problemática Ambiental, Incidencias En Redes De Saneamiento Y Coste Del Tratamiento En Depuradoras. Gencat.Cat. Recuperado El 29 De Agosto De 2024, De [Https://Residus.Gencat.Cat/Web/.Content/Home/Ambits_Dactuacio/Recollida_Selectiva/Eines_Reursos/10_Aceites_Usados.Pdf](https://Residus.Gencat.Cat/Web/.Content/Home/Ambits_Dactuacio/Recollida_Selectiva/Eines_Reursos/10_Aceites_Usados.Pdf)
- Determinantes Ambientales De Salud. (S/F). Paho.Org. Recuperado El 29 De Agosto De 2024, De [Https://Www.Paho.Org/Es/Temas/Determinantes-Ambientales-Salud](https://www.paho.org/es/temas/determinantes-ambientales-salud)
- Epa Cartagena Suspende Actividad De Restaurante Por Disposición Irregular Del Aceite Usado. (S/F-A). Gov.Co. Recuperado El 29 De Agosto De 2024, De [Https://Www.Cartagena.Gov.Co/Noticias/Epa-Cartagena-Suspende-Actividad-Restaurante-Disposicion-Irregular-Aceite-Usado](https://www.cartagena.gov.co/noticias/epa-cartagena-suspende-actividad-restaurante-disposicion-irregular-aceite-usado)
- Epa Cartagena Suspende Actividad De Restaurante Por Disposición Irregular Del Aceite Usado. (S/F-B). Gov.Co. Recuperado El 29 De Agosto De 2024, De [Https://Www.Cartagena.Gov.Co/Noticias/Epa-Cartagena-Suspende-Actividad-Restaurante-Disposicion-Irregular-Aceite-Usado](https://www.cartagena.gov.co/noticias/epa-cartagena-suspende-actividad-restaurante-disposicion-irregular-aceite-usado)
- Ortega, J. G. (2023, Septiembre 15). Turismo En Cartagena: Así Fue La Recuperación Durante El 2022. El Universal. [Https://Www.Eluniversal.Com.Co/Cartagena/2023/09/15/Turismo-En-Cartagena-Asi-Fue-La-Recuperacion-Durante-El-2022/](https://www.eluniversal.com.co/cartagena/2023/09/15/turismo-en-cartagena-asi-fue-la-recuperacion-durante-el-2022/)

- Qué Hacer Con El Aceite De Cocina Usado: ¿Se Puede Reciclar? (2024, Abril 17). National Geographic. <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/04/que-hacer-con-el-aceite-de-cocina-usado-se-puede-reciclar>
- United Nations. (S/F). El Agua: En El Centro De La Crisis Climática | Naciones Unidas. Recuperado El 29 De Agosto De 2024, De <https://www.un.org/es/climatechange/science/climate-issues/water>
- Resolución 3957 De 2009 Secretaría Distrital De Ambiente. Régimen Legal De Bogotá. 2009.
- <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/norma1.jsp?i=37051>
- “Aceites Usados De Cocina. Problemática Ambiental, Incidencias En Redes De Saneamiento Y Coste Del Tratamiento En Depuradoras,” Residus Municipals, <https://www.residusmunicipals.cat/uploads/activitats/docs/20170427092548.pdf> Accessed 24 September 2024.
- “Gestión De Aceites De Cocina Usados, Acu.” Corpoboyacá, <https://www.corpoboyaca.gov.co/tramites-y-servicios/gestion-integral-de-residuos/gestion-de-aceites-de-cocina-usados-acu/> Accessed 24 September 2024.
- Ochoa, David. “Aceite De Cocina, Otra Amenaza Para Los Acuíferos» Observatorio Ambiental De Bogotá.” Observatorio Ambiental De Bogotá, 27 December 2019, <https://oab.ambientebogota.gov.co/aceite-de-cocina-otra-amenaza-para-los-acuiferos/> Accessed 24 September 2024.
- Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible. (2019). Resolución 3557 De 2019. Por La Cual Se Prohíbe El Ingreso De Plásticos De Un Solo Uso En Las Áreas Del Sistema De Parques Nacionales Naturales Colombia. Bogotá, Colombia.

- Aguas De Cartagena S.A. E.S.P. (2022). Informe Anual De Gestión Y Sostenibilidad. Cartagena, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional Del Canal Del Dique (Cardique). (2023). Estudio De Calidad De Agua En La Bahía De Cartagena Y La Ciénaga De La Virgen. Cartagena, Colombia.
- González, M., & Martínez, J. (2021). Impacto Ambiental De Los Aceites De Cocina Usados En Sistemas De Alcantarillado Urbano: Caso De Estudio Cartagena. *Revista Colombiana De Ingeniería Ambiental*, 15(2), 78-95.
- López-Rodríguez, A., & Sánchez-Torres, F. (2020). Gestión De Residuos En Zonas Turísticas: Desafíos Y Oportunidades En Ciudades Patrimoniales. *Estudios Turísticos*, 204, 45-62.
- Organización De Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia Y La Cultura (Unesco). (2018). *Gestión Sostenible Del Patrimonio Mundial: Guía Para Ciudades Históricas*. París, Francia.
- Pérez-Gómez, C., & Ramírez-Orozco, L. (2022). Valorización De Aceites De Cocina Usados: Alternativas Para La Producción De Biodiesel En La Costa Caribe Colombiana. *Revista De Ingeniería Y Desarrollo Sostenible*, 10(1), 112-130.
- Alcaldía Mayor De Cartagena De Indias. (2021). *Plan De Desarrollo 2020-2023: Salvemos Juntos A Cartagena, Por Una Cartagena Libre Y Resiliente*. Cartagena, Colombia.
- Asociación Colombiana De La Industria Gastronómica (Acodres). (2023). *Guía De Buenas Prácticas Ambientales Para Restaurantes*. Bogotá, Colombia.

- Programa De Las Naciones Unidas Para El Medio Ambiente (Pnuma). (2022). Informe Sobre La Gestión De Residuos En Ciudades Costeras: Desafíos Y Soluciones Innovadoras. Nairobi, Kenia.
- Arias, S. & Velásquez, L. (2013). Gestión De Residuos De Aceites Usados En La Industria Alimentaria En Cartagena. Universidad De Cartagena.
- Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible De Colombia. (2015). Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos (Pgirs) Para Cartagena.
- Cardenas, H., & Osorio, A. (2019). Evaluación Del Impacto Ambiental Por Vertimientos De Aceite De Cocina En Cuerpos De Agua De Cartagena. Universidad Tecnológica De Bolívar.
- Corporación Autónoma Regional Del Canal Del Dique (Cardique). (2020). Informe Sobre La Contaminación Del Canal Del Dique Por Residuos De Aceites.
- Wong, S., Ngadi, N., Inuwa, I., & Hassan, O. (2015). Recent Advances In Applications Of Waste Cooking Oil In Biodiesel Production. International Journal Of Green Energy, 12(10), 993-1000.
- Instituto Nacional De Ecología Y Cambio Climático (Inecc). (2017). Gestión Integral De Residuos Sólidos En México. Inecc.
- Busato, M., Stumm, C., & Novello, N. (2014). Descarte De Óleo De Cozinha E Gordura Vegetal Em Restaurantes Comerciais. , 10.
- Olvera, S., & Kleber, R. (2017). Elaboración de un modelo para gestionar el reciclaje de grasas en jabones en el sector hotelero. Propuesta de un plan ambiental en la ciudad de Ibarra, Ecuador.. **.

- Liu, T., Liu, Y., Wu, S., Xue, J., Wu, Y., Li, Y., & Kang, X. (2018). Restaurants' behaviour, awareness, and willingness to submit waste cooking oil for biofuel production in Beijing. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.09.056>
- Stoll, U., & Gupta, H. (1997). Management Strategies for Oil and Grease Residues. *Waste Management & Research*, 15, 23 - 32. <https://doi.org/10.1177/0734242X9701500103>
- Brako, M., Hagan, E., & Bosscher, E. (2024). Assessment of the Quality of Used Frying Oils in Selected Hotels and Restaurants in Sekondi-Takoradi, Ghana. *International Journal of Research Publication and Reviews*. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0324.0744>
- Ahmad, I., Abdullah, N., Koji, I., Yuzir, A., Ahmad, M., Rachmadona, N., Al-Dailami, A., Show, P., & Khoo, K. (2023). Micro and macro analysis of restaurant wastewater containing fat, oil, grease (FOG): An approach based on prevention, control, and sustainable management.. *Chemosphere*, 138236. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138236>
- Abrajano, R., Gaspar, L., Fabro, G., Ramos, J., & Rabago, R. (2023). Waste Cooking Oil Disposal Practices of Selected Restaurants in Subic Bay, Olongapo and Zambales. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.04.04.15>

- Rincón, L., Cadavid, J., & Orjuela, Á. (2019). Used cooking oils as potential oleochemical feedstock for urban biorefineries - Study case in Bogota, Colombia.. Waste management, 88, 200-210. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2019.03.042>
- Li, L. (2009). Survey on Hygiene and Management of Cooking Oil in Restaurants of Various Food Hygiene Classification in Guangzhou. Practical Preventive Medicine.
- EPA Cartagena inspecciona hoteles y restaurantes para verificar disposición del aceite usado | Alcaldía Mayor de Cartagena de Indias. (2024, February 25). Cartagena.gov.co. <https://www.cartagena.gov.co/noticias/epa-cartagena-inspecciona-hoteles-restaurantes-para-verificar-disposicion-aceite-usado>
- Periódico UNAL - Cada año Bogotá genera más de 35.000 toneladas de aceite usado y no lo aprovecha. (2025). Unal.edu.co. <https://periodico.unal.edu.co/articulos/cada-ano-bogota-genera-mas-de-35000-toneladas-de-aceite-usado-y-no-lo-aprovecha>
- De Feo, G., Di Domenico, A., Ferrara, C., Abate, S., & Osséo, S. (2020). Evolution of Waste Cooking Oil Collection in an Area with Long-Standing Waste Management Problems. Sustainability. <https://doi.org/10.3390/su12208578>.
- Vinyes, E., Oliver-Solà, J., Ugaya, C., Rieradevall, J. y Gasol, C. (2013). Aplicación del LCSA a la gestión de residuos de aceite de cocina usado. Revista Internacional de Análisis del Ciclo de Vida , 18, 445-455. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0482-z> .

- Thushari, I., y Babel, S. (2022). Estudio comparativo de los impactos ambientales de las opciones de valorización del aceite de cocina usado en Tailandia. *Revista de gestión ambiental* , 310, 114810. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114810> .
- Setiawan, A., Wijayanti, S. y Haresmita, P. (2024). Gestión de residuos de aceite de cocina para mayor seguridad y beneficio. *BIO Web de Conferencias* . <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413703018> .
- Matušinec, J., Hrabec, D., Šomplák, R., Nevrlý, V., Pecha, J., Smejkalová, V. y Redutskiy, Y. (2020). Gestión de residuos de grasas y aceites de cocina: una revisión del estado actual. *Transacciones de ingeniería química* , 81, 763-768. <https://doi.org/10.3303/CET2081128> .
- Oladunjoye, O., & Aluko, O. (2024). The perception of food vendors on the associated effects of used cooking oil in Lagos State, Nigeria.. *International journal of environmental health research*, 1-14 . <https://doi.org/10.1080/09603123.2024.2338888>.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2012). Resolución 2154 de 2012. Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir los aceites y grasas comestibles para el consumo humano. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>
- Liu, F., & Deng, Y. (2021). Determine the number of unknown targets in open world based on elbow method. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 29, 986–995. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2020.2966182>

- Onumanyi, A., Molokomme, D., Isaac, S., & Abu-Mahfouz, A. (2022). AutoElbow: An automatic elbow detection method for estimating the number of clusters in a dataset. *Applied Sciences*, 12(15), 7515. <https://doi.org/10.3390/app12157515>
- Tatliyer, A., Cervantes, I., Formoso-Rafferty, N., y Gutiérrez, J. (2019). El efecto de escala estadística como fuente de correlación genética positiva entre la media y la variabilidad: un estudio de simulación. *G3: Genes|Genomas|Genética*, 9, 3001-3008. <https://doi.org/10.1534/g3.119.400497>
- . Bahmani, B., Moseley, B., Vattani, A., Kumar, R., & Vassilvitskii, S. (2012). Scalable K-Means++. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 5, 622–633. <https://doi.org/10.14778/2180912.2180915>
- Fränti, P., & Sieranoja, S. (2019). How much can k-means be improved by using better initialization and repeats?. *Pattern Recognition*, 93, 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2019.04.014>
- Ikotun, A., Absalom, E., Abualigah, L., Abuhaija, B., & Jia, H. (2022). K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data. *Information Sciences*, 622, 178–210. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2022.11.139>
- Likas, A., Vlassis, N., & Verbeek, J. (2003). The global k-means clustering algorithm. *Pattern Recognition*, 36, 451–461. [https://doi.org/10.1016/S0031-3203\(02\)00060-2](https://doi.org/10.1016/S0031-3203(02)00060-2)
- Nie, F., Li, Z., Wang, R., & Li, X. (2023). An effective and efficient algorithm for K-means clustering with new formulation. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 35, 3433–3443. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2022.3155450>

- Sinaga, K., & Yang, M. (2020). Unsupervised K-Means Clustering Algorithm. IEEE Access, 8, 80716–80727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796>
- Zhang, G., Zhang, C., & Zhang, H. (2018). Improved K-means algorithm based on density Canopy. Knowledge-Based Systems, 145, 289–297. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.01.031>
- Astle, D., Dalmaijer, E., & Nord, C. (2020). Statistical power for cluster analysis. BMC Bioinformatics, 23. <https://doi.org/10.1186/s12859-022-04675-1>
- Banks, D., & Jaeger, A. (2022). Cluster analysis: A modern statistical review. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics, 15. <https://doi.org/10.1002/wics.1597>
- Vasquez Vargas, J. C., & Bernal Mora, L. A. (2025). Evaluacion de la eficiencia educativa en la carrera de arquitectura en colombia a traves del analisis envolvente de datos (DEA). <https://repositorio.unisinucartagena.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/1569>
- Hennig, C., & Akhanli, S. (2020). Comparing clusterings and numbers of clusters by aggregation of calibrated clustering validity indexes. Statistics and Computing, 30, 1523 - 1544. <https://doi.org/10.1007/s11222-020-09958-2>
- Yangklang, B., Ratananikom, K., Nakaruk, A., Intanoo, S., Khanitchaidecha, W., & Sing-Aed, K. (2022). Application of Electrocoagulation in Street Food Wastewater. Water. <https://doi.org/10.3390/w14040655>
- Maharaj, C., Jagroop, C., & Marquez, A. (2021). Wastewater collection system failures in a capital city: analysis and sustainable prevention.. Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research, 83 8, 1958-1972. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.105>

ANEXOS

Anexo A: Validez de contenido y juicio de expertos por docente de gastronomía.

VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS

Planilla de Juicio de Expertos.

Respetado experto: Agradecemos su tiempo y disposición para evaluar el instrumento:
Gestión de Aceite y Grasas en Cocinas de Restaurantes

La evaluación de este instrumento es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente en la investigación. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y Apellidos del experto: _____
Formación académica: Técnico en Cocina
Áreas de experiencia: Cocina - Docente Tiempo de experiencia: 1 año
Cargo actual: Docente Gastronomía Empresa: Universidad de Sucre

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CALIFICACIÓN	INDICADOR
1.- No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
2.- Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
3.- Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
4.- Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Anexo B: Validez de contenido y juicio de expertos por docente de gastronomía,
continuación.

SECCIÓN	ÍTEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Selección y Adquisición de Aceites	1. Seleccione aceites teniendo en cuenta su uso, etiquetas y certificados de calidad.	1	3	1	4	
	2. Conozco las características de los aceites y grasas que utilizo (punto de humo, estabilidad térmica, entre otros)	3	3	2	4	
	3. Almaceno los aceites nuevos en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.	1	1	1	1	
La selección de aceites para uso en cocina es una decisión estratégica que impacta tanto en la calidad de los platos como en la sostenibilidad del negocio.						
Uso Sostenible del Aceite en la Cocina	4. Verifico la temperatura del aceite para optimizar su durabilidad.	4	4	4	4	
	5. Filtro el aceite con un colador según el tipo de preparación para conservar su vida útil.	4	4	4	4	
El manejo adecuado del aceite usado es más que una simple tarea de cocina; es un compromiso con la sostenibilidad y la salud pública.	6. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición.	3	3	3	3	
	7. Sigo un protocolo para verificar la calidad del aceite antes de reutilizarlo.	1	1	1	1	
	8. Utilizo termómetros para monitorear la temperatura del aceite.	4	4	4	4	
Manejo Seguro y Responsable del ACU (Aceite de Cocina Usado)	9. Utilizo infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición del aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame).	2	2	2	2	
	10. Conozco el manejo de riesgos laborales relacionados con aceite en cocina (quemaduras, derrames, etc.).	4	4	4	4	
El aceite de cocina usado (ACU) es un residuo altamente aprovechable. Su almacenamiento, recolección y gestión del ACU, están reglamentados en Colombia. Es	11. Mantengo registros actualizados de capacitación del personal sobre manejo de aceites y grasas.	2	2	2	2	
	12. Aseguro que el aceite usado sea dispuesto según la normativa ambiental vigente.	3	4	4	4	
	13. Solicito la recolección de aceites y grasas por parte de un gestor autorizado.	3	4	4	4	

Anexo C: Validez de contenido y juicio de expertos por docente de gastronomía,
continuación.

importante implementar sistemas eficientes que garanticen la trazabilidad y maximicen el potencial de este recurso.	14. Registro la cantidad de aceite usado y su disposición final (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	1	1	1	1
	15. Realizo seguimiento a los registros sobre la gestión de aceites y grasas en la cocina (registro documental).	2	2	2	2
Manejo Seguro y Responsable de Grasas La trampa de grasas, también conocida como interceptor de grasas, es un dispositivo esencial ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente generadora de residuos líquidos y las alcantarillas. Su uso y mantenimiento están reglamentados en Colombia. Desde la instalación estratégica hasta la documentación precisa se garantiza un manejo seguro y responsable de las grasas.	16. Mantengo un cronograma de limpieza de la trampa de grasa con el personal responsable	4	4	4	4
	17. Verifico semanalmente el estado de la trampa de grasa.	4	4	4	4
	18. Aseguro la limpieza regular de la trampa de grasa por parte de personal idóneo.	4	4	4	4
	19. Registro las cantidades de grasa retirada en cada mantenimiento de la trampa de grasa (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	1	1	1	1
	20. Almaceno los residuos de la trampa en contenedores adecuados y resistentes.	4	4	4	4
	21. Identifico señales de alerta para limpiar la trampa de grasa con mayor frecuencia.	4	4	4	4
	22. Aseguro que los residuos de la trampa de grasa sean entregados a un gestor autorizado.	1	1	1	1
	23. Evito usar en la trampa de grasa aditivos con jabones o microorganismos dañinos.	2	2	2	2
	24. Analizo los resultados de la caracterización de aguas residuales no domésticas en cuanto a la gestión de aceites y grasas.	3	3	3	3
	25. Aseguro que la trampa de grasa cumple con lo dispuesto según la normativa vigente.	4	4	4	4

Anexo D: Validez de contenido y juicio de expertos por técnico de cocina.

VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS

Planilla de Juicio de Expertos.

Respetado experto: Agradecemos su tiempo y disposición para evaluar el instrumento:
Gestión de Aceite y Grasas en Cocinas de Restaurantes

La evaluación de este instrumento es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente en la investigación. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y Apellidos del experto:

Formación académica: Prof Gestión cultural, tec cocina

Áreas de experiencia: Docencia gastronomía Tiempo de experiencia: 4 Años

Cargo actual: Docente Empresa: Universidad del Sino.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CALIFICACIÓN	INDICADOR
1.- No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
2.- Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
3.- Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
4.- Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Anexo E: Validez de contenido y juicio de expertos por técnico de cocina, continuación.

SECCIÓN	ÍTEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Selección y Adquisición de Aceites	1. Selecciono aceites teniendo en cuenta su uso, etiquetas y certificados de calidad.	3	4	3	4	Pensar en el origen.
	2. Conozco las características de los aceites y grasas que utilizo (punto de humo, estabilidad térmica, entre otros)	4	4	4	4	
	3. Almaceno los aceites nuevos en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.	4	4	4	4	
La selección de aceites para uso en cocina es una decisión estratégica que impacta tanto en la calidad de los platos como en la sostenibilidad del negocio.						
Uso Sostenible del Aceite en la Cocina	4. Verifico la temperatura del aceite para optimizar su durabilidad.	4	4	4	4	Pensar en la contaminación cruzada.
	5. Filtro el aceite con un colador según el tipo de preparación para conservar su vida útil.	3	4	4	2	¿Que tipo de colador?
El manejo adecuado del aceite usado es más que una simple tarea de cocina; es un compromiso con la sostenibilidad y la salud pública.	6. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición.	4	4	4	4	
	7. Sigo un protocolo para verificar la calidad del aceite antes de reutilizarlo.	4	4	4	4	
	8. Utilizo termómetros para monitorear la temperatura del aceite.	3	4	3	4	¿Cuál es la solución para el que no tiene termómetro?
Manejo Seguro y Responsable del ACU (Aceite de Cocina Usado)	9. Utilizo infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición del aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame).	4	4	4	4	
	10. Conozco el manejo de riesgos laborales relacionados con aceite en cocina (quemaduras, derrames, etc.).	4	4	4	4	
El aceite de cocina usado (ACU) es un residuo altamente aprovechable. Su almacenamiento, recolección y gestión del ACU, están reglamentados en Colombia. Es	11. Mantengo registros actualizados de capacitación del personal sobre manejo de aceites y grasas.	4	4	4	4	
	12. Aseguro que el aceite usado sea dispuesto según la normativa ambiental vigente.	4	4	4	4	
	13. Solicito la recolección de aceites y grasas por parte de un gestor autorizado.	4	4	4	4	

Anexo F: Validez de contenido y juicio de expertos por técnico de cocina, continuación.

importante implementar sistemas eficientes que garanticen la trazabilidad y maximicen el potencial de este recurso.	14. Registro la cantidad de aceite usado y su disposición final (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	4	4	4	Es muy poco práctico.
	15. Realizo seguimiento a los registros sobre la gestión de aceites y grasas en la cocina (registro documental).	2	4	2	4	
Manejo Seguro y Responsable de Grasas La trampa de grasas, también conocida como interceptor de grasas, es un dispositivo esencial ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente generadora de residuos líquidos y las alcantarillas. Su uso y mantenimiento están reglamentados en Colombia. Desde la instalación estratégica hasta la documentación precisa se garantiza un manejo seguro y responsable de las grasas.	16. Mantengo un cronograma de limpieza de la trampa de grasa con el personal responsable	4	4	4	4	¿y si no tiene trampa digna?
	17. Verifico semanalmente el estado de la trampa de grasa.	4	4	4	4	
	18. Aseguro la limpieza regular de la trampa de grasa por parte de personal idóneo.	4	4	4	4	→ No es práctico debe ser interés de la empresa.
	19. Registro las cantidades de grasa retirada en cada mantenimiento de la trampa de grasa (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	2	4	2	4	
	20. Almaceno los residuos de la trampa en contenedores adecuados y resistentes.	4	4	4	4	No es práctico ni tiene de interés para un restaurante
	21. Identifico señales de alerta para limpiar la trampa de grasa con mayor frecuencia.	4	4	4	4	
	22. Aseguro que los residuos de la trampa de grasa sean entregados a un gestor autorizado.	4	4	4	4	
	23. Evito usar en la trampa de grasa aditivos con jabones o microorganismos dañinos.	4	4	4	4	
	24. Analizo los resultados de la caracterización de aguas residuales no domésticas en cuanto a la gestión de aceites y grasas.	2	4	2	4	
	25. Aseguro que la trampa de grasa cumple con lo dispuesto según la normativa vigente.	4	4	4	4	

Anexo G: Validez de contenido y juicio de expertos por Chef ejecutivo.

VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS

Planilla de Juicio de Expertos.

Respetado experto: Agradecemos su tiempo y disposición para evaluar el instrumento:
Gestión de Aceite y Grasas en Cocinas de Restaurantes

La evaluación de este instrumento es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente en la investigación. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y Apellidos del experto:

Formación académica: tecnólogo en cocina

Áreas de experiencia: gastronomía

Tiempo de experiencia: 15 años

Cargo actual: chef ejecutivo

Empresa: Oxohotel Holiday Inn boca grande

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CALIFICACIÓN	INDICADOR
1.- No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
2.- Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
3.- Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
4.- Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Anexo H: Validez de contenido y juicio de expertos por Chef ejecutivo, continuación.

SECCIÓN	ÍTEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Selección y Adquisición de Aceites	1. Seleccione aceites teniendo en cuenta su uso, etiquetas y certificados de calidad.	3	3	3	3	
	2. Conozco las características de los aceites y grasas que utilizo (punto de humo, estabilidad térmica, entre otros)	3	3	3	3	
	3. Almaceno los aceites nuevos en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.	4	4	4	4	
La selección de aceites para uso en cocina es una decisión estratégica que impacta tanto en la calidad de los platos como en la sostenibilidad del negocio.	4. Verifico la temperatura del aceite para optimizar su durabilidad.	3	3	3	3	
	5. Filtro el aceite con un colador según el tipo de preparación para conservar su vida útil.	3	3	3	3	
	6. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición.	4	4	3	4	
Uso Sostenible del Aceite en la Cocina	7. Sigo un protocolo para verificar la calidad del aceite antes de reutilizarlo.	4	4	4	4	
	8. Utilizo termómetros para monitorear la temperatura del aceite.	3	3	3	3	
	9. Utilizo infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición del aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame).	4	4	4	4	
El manejo adecuado del aceite usado es más que una simple tarea de cocina; es un compromiso con la sostenibilidad y la salud pública.	10. Conozco el manejo de riesgos laborales relacionados con aceite en cocina (quemaduras, derrames, etc.).	4	4	4	4	
	11. Mantengo registros actualizados de capacitación del personal sobre manejo de aceites y grasas.	4	4	4	4	
	12. Aseguro que el aceite usado sea dispuesto según la normativa ambiental vigente.	4	4	4	4	
Manejo Seguro y Responsable del ACU (Aceite de Cocina Usado)	13. Solicito la recolección de aceites y grasas por parte de un gestor autorizado.	4	4	4	4	
El aceite de cocina usado (ACU) es un residuo altamente aprovechable. Su almacenamiento, recolección y gestión del ACU, están reglamentados en Colombia. Es						

Anexo I: Validez de contenido y juicio de expertos por Chef ejecutivo, continuación.

importante implementar sistemas eficientes que garanticen la trazabilidad y maximicen el potencial de este recurso.	14. Registro la cantidad de aceite usado y su disposición final (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	4	4	4.
	15. Realizo seguimiento a los registros sobre la gestión de aceites y grasas en la cocina (registro documental).	4	4	4	4.
Manejo Seguro y Responsable de Grasas La trampa de grasas, también conocida como interceptor de grasas, es un dispositivo esencial ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente generadora de residuos líquidos y las alcantarillas. Su uso y mantenimiento están reglamentados en Colombia. Desde la instalación estratégica hasta la documentación precisa se garantiza un manejo seguro y responsable de las grasas.	16. Mantengo un cronograma de limpieza de la trampa de grasa con el personal responsable	4	4	4	4.
	17. Verifico semanalmente el estado de la trampa de grasa.	4	4	4	4.
	18. Aseguro la limpieza regular de la trampa de grasa por parte de personal idóneo.	4	4	4	4
	19. Registro las cantidades de grasa retirada en cada mantenimiento de la trampa de grasa (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	4	4	2/
	20. Almaceno los residuos de la trampa en contenedores adecuados y resistentes.	4	4	4	4
	21. Identifico señales de alerta para limpiar la trampa de grasa con mayor frecuencia.	4	4	4	4.
	22. Aseguro que los residuos de la trampa de grasa sean entregados a un gestor autorizado.	4	4	4	4
	23. Evito usar en la trampa de grasa aditivos con jabones o microorganismos dañinos.	4	4	4	4
	24. Analizo los resultados de la caracterización de aguas residuales no domésticas en cuanto a la gestión de aceites y grasas.	4	4	4	4.
	25. Aseguro que la trampa de grasa cumple con lo dispuesto según la normativa vigente.	4	4	4	4

Anexo J: Validez de contenido y juicio de expertos por Profesional de cocina.

VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS

Planilla de Juicio de Expertos.

Respetado experto: Agradecemos su tiempo y disposición para evaluar el instrumento:
Gestión de Aceite y Grasas en Cocinas de Restaurantes

La evaluación de este instrumento es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente en la investigación. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y Apellidos del experto

Formación académica: Profesional

Áreas de experiencia: Cocina

Tiempo de experiencia: 15

Cargo actual: Cocinero

Empresa: El Burques

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CALIFICACIÓN	INDICADOR
1.- No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
2.- Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
3.- Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
4.- Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Anexo K: Validez de contenido y juicio de expertos por Profesional de cocina, continuación.

SECCIÓN	ÍTEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Selección y Adquisición de Aceites	1. Seleccione aceites teniendo en cuenta su uso, etiquetas y certificados de calidad.	4	4	4	4	
	2. Conozco las características de los aceites y grasas que utilizo (punto de humo, estabilidad térmica, entre otros)	4	4	4	4	
	3. Almaceno los aceites nuevos en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.	4	4	4	3	
La selección de aceites para uso en cocina es una decisión estratégica que impacta tanto en la calidad de los platos como en la sostenibilidad del negocio.	4. Verifico la temperatura del aceite para optimizar su durabilidad.	4	4	4	4	
	5. Filtro el aceite con un colador según el tipo de preparación para conservar su vida útil.	4	4	4	4	
	6. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición.	4	4	4	4	
Uso Sostenible del Aceite en la Cocina	7. Sigo un protocolo para verificar la calidad del aceite antes de reutilizarlo.	4	4	4	4	
	8. Utilizo termómetros para monitorear la temperatura del aceite.	4	4	4	4	
	9. Utilizo infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición del aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame).	4	4	4	3	
El manejo adecuado del aceite usado es más que una simple tarea de cocina; es un compromiso con la sostenibilidad y la salud pública.	10. Conozco el manejo de riesgos laborales relacionados con aceite en cocina (quemaduras, derrames, etc.).	4	3	4	3	
	11. Mantengo registros actualizados de capacitación del personal sobre manejo de aceites y grasas.	4	4	4	4	
	12. Aseguro que el aceite usado sea dispuesto según la normativa ambiental vigente.	4	4	4	4	
Manejo Seguro y Responsable del ACU (Aceite de Cocina Usado)	13. Solicito la recolección de aceites y grasas por parte de un gestor autorizado.	4	4	4	4	
El aceite de cocina usado (ACU) es un residuo altamente aprovechable. Su almacenamiento, recolección y gestión del ACU, están reglamentados en Colombia. Es						

Anexo L: Validez de contenido y juicio de expertos por Profesional de cocina, continuación.

importante implementar sistemas eficientes que garanticen la trazabilidad y maximicen el potencial de este recurso.	14. Registro la cantidad de aceite usado y su disposición final (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	4	4	3
	15. Realizo seguimiento a los registros sobre la gestión de aceites y grasas en la cocina (registro documental).	4	4	4	4
Manejo Seguro y Responsable de Grasas La trampa de grasas, también conocida como interceptor de grasas, es un dispositivo esencial ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente generadora de residuos líquidos y las alcantarillas. Su uso y mantenimiento están reglamentados en Colombia. Desde la instalación estratégica hasta la documentación precisa se garantiza un manejo seguro y responsable de las grasas.	16. Mantengo un cronograma de limpieza de la trampa de grasa con el personal responsable	4	4	4	4
	17. Verifico semanalmente el estado de la trampa de grasa.	4	4	4	4
	18. Aseguro la limpieza regular de la trampa de grasa por parte de personal idóneo.	4	4	4	3
	19. Registro las cantidades de grasa retirada en cada mantenimiento de la trampa de grasa (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	4	4	4
	20. Almaceno los residuos de la trampa en contenedores adecuados y resistentes.	4	4	4	4
	21. Identifico señales de alerta para limpiar la trampa de grasa con mayor frecuencia.	4	4	4	4
	22. Aseguro que los residuos de la trampa de grasa sean entregados a un gestor autorizado.	4	4	4	4
	23. Evito usar en la trampa de grasa aditivos con jabones o microorganismos dañinos.	3	3	3	3
	24. Analizo los resultados de la caracterización de aguas residuales no domésticas en cuanto a la gestión de aceites y grasas.	3	3	3	3
	25. Aseguro que la trampa de grasa cumple con lo dispuesto según la normativa vigente.	4	4	4	4

Anexo M: Validez de contenido y juicio de expertos por Ingeniero Industrial.

VALIDEZ DE CONTENIDO Y JUICIO DE EXPERTOS

Planilla de Juicio de Expertos.

Respetado experto: Agradecemos su tiempo y disposición para evaluar el instrumento:
Gestión de Aceite y Grasas en Cocinas de Restaurantes

La evaluación de este instrumento es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de estos sean utilizados eficientemente en la investigación. Agradecemos su valiosa colaboración.

Nombres y Apellidos del experto:

Formación académica: Ing. Industrial

Áreas de experiencia: Ing. Frío

Tiempo de experiencia: 1 AÑO.

Cargo actual: Agente Comercial Empresa: Arneg Andina

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

CALIFICACIÓN	INDICADOR
1.- No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
2.- Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
3.- Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
4.- Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Anexo N: Validez de contenido y juicio de expertos por Ingeniero Industrial, continuación.

SECCIÓN	ÍTEM	SUFICIENCIA	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Selección y Adquisición de Aceites	1. Seleccione aceites teniendo en cuenta su uso, etiquetas y certificados de calidad.	4	4	4	4	
	2. Conozco las características de los aceites y grasas que utilizo (punto de humo, estabilidad térmica, entre otros)	4	4	4	4	
	3. Almaceno los aceites nuevos en condiciones adecuadas para evitar su deterioro.	4	4	4	4	
La selección de aceites para uso en cocina es una decisión estratégica que impacta tanto en la calidad de los platos como en la sostenibilidad del negocio.						
Uso Sostenible del Aceite en la Cocina	4. Verifico la temperatura del aceite para optimizar su durabilidad.	4	4	4	4	
El manejo adecuado del aceite usado es más que una simple tarea de cocina; es un compromiso con la sostenibilidad y la salud pública.	5. Filtro el aceite con un colador según el tipo de preparación para conservar su vida útil.	3	4	4	3	
	6. Identifico signos de degradación del aceite para su correcta disposición.	3	3	3	3	
	7. Sigo un protocolo para verificar la calidad del aceite antes de reutilizarlo.	3	3	3	3	
	8. Utilizo termómetros para monitorear la temperatura del aceite.	2	4	4	3	
Manejo Seguro y Responsable del ACU (Aceite de Cocina Usado)	9. Utilizo infraestructura adecuada para el almacenamiento y disposición del aceite de cocina usado (contenedores, demarcación, kit de derrame).	3	4	4	4	
El aceite de cocina usado (ACU) es un residuo altamente aprovechable. Su almacenamiento, recolección y gestión del ACU, están reglamentados en Colombia. Es	10. Conozco el manejo de riesgos laborales relacionados con aceite en cocina (quemaduras, derrames, etc.).	4	4	4	4	
	11. Mantengo registros actualizados de capacitación del personal sobre manejo de aceites y grasas.	2	3	4	4	
	12. Aseguro que el aceite usado sea dispuesto según la normativa ambiental vigente.	4	4	4	4	
	13. Solicito la recolección de aceites y grasas por parte de un gestor autorizado.	3	3	3	3	

Anexo O: Validez de contenido y juicio de expertos por Ingeniero Industrial, continuación.

importante implementar sistemas eficientes que garanticen la trazabilidad y maximicen el potencial de este recurso.	14. Registro la cantidad de aceite usado y su disposición final (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	3	4	4
	15. Realizo seguimiento a los registros sobre la gestión de aceites y grasas en la cocina (registro documental).	4	4	4	4
Manejo Seguro y Responsable de Grasas La trampa de grasas, también conocida como interceptor de grasas, es un dispositivo esencial ubicado entre las líneas de desagüe de la fuente generadora de residuos líquidos y las alcantarillas. Su uso y mantenimiento están reglamentados en Colombia. Desde la instalación estratégica hasta la documentación precisa se garantiza un manejo seguro y responsable de las grasas.	16. Mantengo un cronograma de limpieza de la trampa de grasa con el personal responsable	3	3	4	4
	17. Verifico semanalmente el estado de la trampa de grasa.	3	3	3	3
	18. Aseguro la limpieza regular de la trampa de grasa por parte de personal idóneo.	4	4	4	4
	19. Registro las cantidades de grasa retirada en cada mantenimiento de la trampa de grasa (fecha, cantidad, disposición final y observaciones).	4	3	3	4
	20. Almaceno los residuos de la trampa en contenedores adecuados y resistentes.	3	3	4	4
	21. Identifico señales de alerta para limpiar la trampa de grasa con mayor frecuencia.	4	4	4	4
	22. Aseguro que los residuos de la trampa de grasa sean entregados a un gestor autorizado.	3	3	4	4
	23. Evito usar en la trampa de grasa aditivos con jabones o microorganismos dañinos.	4	4	4	4
	24. Analizo los resultados de la caracterización de aguas residuales no domésticas en cuanto a la gestión de aceites y grasas.	4	4	4	4
	25. Aseguro que la trampa de grasa cumple con lo dispuesto según la normativa vigente.	4	3	3	4